การพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

นายเริงชัย ทองเพ็ชร

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2568
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

นายเริงชัย ทองเพ็ชร

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2568
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

โดย นายเริงชัย ทองเพ็ชร

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

..... หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานี น้อยยิ่ง)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ เย็นศิริ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ศรีจันทร์พิยม)

..... กรรมการภายนอก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัติ อัศวานุวัตร)

ชื่อ : นายเริงชัย ทองเพ็ชร
ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ศรีจันทร์พิยม
ปีการศึกษา : 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน 2) ประเมินความเหมาะสมชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) 3) เพื่อตรวจสอบพัฒนาการสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐานโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 19 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง ชุดฝึกฐานสมรรถนะประกอบด้วย ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายอินพุต เอาต์พุต PLC แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมมรถนะ ใบงานต่อสายอินพุต เอาต์พุต PLC 7 ใบงาน เกณฑ์การปฏิบัติงานของนักศึกษาที่ปฏิบัติงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) และเกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์พัฒนาการสัมพัทธ์ของผู้เรียน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ ชุดฝึกปฏิบัติ ใบงานการต่ออุปกรณ์อินพุต–เอาต์พุต ใบมอบหมายงานโครงงาน และเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน ซึ่งออกแบบโดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะร่วมกับการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 2) ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.65) 3) ผลการศึกษาพัฒนาการสมรรถนะของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนทุกคนมีคะแนนการปฏิบัติงานครั้งที่ 2 สูงกว่าครั้งที่ 1 โดยผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับมาก จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21 และมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 4) ผลสัมฤทธิ์จากการดำเนินโครงงานควบคุมระบบคัดแยกวัตถุด้วย PLC พบว่า ผู้เรียน 3 กลุ่ม (ร้อยละ 75) มีผลการดำเนินงานอยู่ในระดับดี

เยี่ยม และ 1 กลุ่ม (ร้อยละ 25) อยู่ในระดับดี ดังนั้นพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(มีจำนวนทั้งสิ้น 194 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดฝึกฐานสมรรถนะ, โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์, การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

Name : Mr. Roengchai Tongpetch

Independent Study Title : The Development of a Competency-Based Training Set on Programmable Logic Controller (PLC) Wiring for Object Sorting Control Integrated with Project-Based Learning (PjBL)

Major Field : Electrical Engineering
King Mongkut's University of Technology North Bangkok

Independent Study Advisor : Assistant Professor Dr. Krishda Srichanpiyom

Academic Year : 2025

ABSTRACT

This study aimed to 1) develop a competency-based training kit for Programmable Logic Controller (PLC) wiring for controlling an object sorting system integrated with Project-Based Learning (PjBL); 2) evaluate the appropriateness of the developed competency-based PLC wiring training kit; and 3) examine the development of students' competency in PLC wiring for controlling an object sorting system through Project-Based Learning. The sample consisted of 19 third-year vocational certificate students in the Electrical Power Department at Ratchaburi Technical College during the second semester of the 2025 academic year. The participants were selected using purposive sampling. The research instruments included a competency-based PLC input–output wiring training kit, competency-based learning management plans, seven PLC input–output wiring worksheets, a performance assessment rubric for PLC wiring tasks, and a scoring rubric based on the Project-Based Learning process. Data were analyzed using mean, standard deviation, and relative gain score analysis.

The results revealed that the developed competency-based training kit consisted of competency-based learning management plans, practical training kits, input–output wiring worksheets, project assignment sheets, and performance evaluation criteria designed through the integration of competency-based learning

and Project-Based Learning. The evaluation by three experts indicated that the overall appropriateness of the training kit was at a very high level ($\overline{X} = 4.65$) The results of competency development showed that all students achieved higher scores in the second performance assessment than in the first assessment. Most students (84.21%) demonstrated competency development at a high level, while 15.79% showed development at a very high level. In addition, the project outcomes of the PLC-based object sorting control system showed that three student groups (75%) achieved an excellent level of performance, while one group (25%) achieved a good level. The findings indicate that the developed competency-based training kit for PLC wiring integrated with Project-Based Learning can be effectively used in teaching and learning activities.

(Total 194 Pages)

Keywords: Competency-Based, Programmable Logic Controller , Project-Based Learning

_____ Advisor

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ศรีจันทร์พิยม ที่ได้ให้ข้อมูล คำแนะนำและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ สละเวลาอันมีค่าเพื่อตรวจสอบงานอย่างละเอียด พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็นในการปรับปรุงแก้ไขในส่วนต่าง ๆ ของการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ตลอดมา รวมทั้งให้กำลังใจและเป็นแบบอย่างที่ดีในการดำเนินชีวิตแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกริช ภักดีโต อาจารย์ประจำ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, นางรักษิณากัญญ์ เบญญาบุณาพจน์ ครู วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี และนายคธายุทธ เหลาสะพาน ครู วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ที่เสียสละเวลาอันมีค่าในการประเมินเครื่องมือวิจัยขอ

ขอบพระคุณคณะครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ และเครื่องมือในการค้นคว้า ตลอดจนคำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงงานในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอบคุณนักเรียน ปวช.3/1 และทีมงานแอเรีย 412 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าทุกคน ที่เป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยและให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์อันเป็นประโยชน์ในการศึกษาระดับนี้ ทั้งนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณลำเพย ทองเพ็ชร มารดา ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนตลอดมา ตลอดจนเพื่อนนักศึกษาปริญญาโททุกท่านที่เป็นกำลังใจสนับสนุน และร่วมแก้ปัญหาในการเรียนมาด้วยกัน

เริงชัย ทองเพ็ชร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญรูปภาพ (ถ้ามี) ..... ฌ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 สมมุติฐานการวิจัย 3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 4
1.6 ประโยชน์ของการวิจัย 5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 การพัฒนาชุดฝึกทักษะ 6
2.2 การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ 11
2.3 การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) 18
2.4 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) 24
2.5 งานวิจัยทีเกี่ยวข้อง 29
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 33
3.1 การศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา 33
3.2 กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 35
3.3 การสร้างเครื่องมือและประเมินคุณภาพจองเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 36
3.4 วิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล 46
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ 48
บทที่ 4 ผลการวิจัย 50
4.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะ 50

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 ผลแบบประเมินความเหมาะสมชุดฝึกฐานสมรรถนะจากผู้เชี่ยวชาญ 51
4.3 ผลการเปรียบเทียบทักษะเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ของผู้เรียน 52
4.4 ผลสัมฤทธิ์การบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) 55
บทที่ 5 ผลการวิจัย 57
5.1 สรุปผลการวิจัย 57
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 59
5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย 62
บรรณานุกรม 64
ภาคผนวก 68
ภาคผนวก ก 69
ภาคผนวก ข 157
ภาคผนวก ค 163
ภาคผนวก ง 168
ภาคผนวก จ 173
ภาคผนวก ช 179
ประวัติผู้เขียน 182

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 ลักษณะของภาษาใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC 28
ตารางที่ 3-1 แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน 37
ตารางที่ 3-2 เกณฑ์คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ขั้นตอนที่ 1-3 40
ตารางที่ 3-3 เกณฑ์คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ขั้นตอนที่ 4-5 41
ตารางที่ 3-4 เกณฑ์การปฏิบัติงานของนักศึกษาที่ปฏิบัติงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC) 43
ตารางที่ 3-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องวิจัย 44
ตารางที่ 4-1 ผลแบบประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกฐานสมรรถนะ 51
ตารางที่ 4-2 คะแนนทักษะต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC วัดครั้งที่ 1 (ระหว่างเรียน) 52
ตารางที่ 4-3 คะแนนทักษะต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC วัดครั้งที่ 2 (หลังเรียน) 53
ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบทักษะเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ของผู้เรียนคะแนนเต็ม 350 คะแนน 54
ตารางที่ 4-5 ผลการสัมฤทธิ์การบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) 55

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 2-1 รูปแบบของระบบการเรียนการสอนของ Dick and Carey 7
ภาพที่ 2-2 แบบจำลองภูเขาน้ำแข็ง McClelland 12
ภาพที่ 2-3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL) 20
ภาพที่ 2-4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน 21
ภาพที่ 2-5 โครงสร้างภายในของพีแอลซี (PLC) 24
ภาพที่ 2-6 ไดอะแกรมการต่อสายของวงจรภาคอินพุตแบบดิจิตอล (แหล่งจ่ายภายในตัวเครื่อง) 26
ภาพที่ 2-7 ไดอะแกรมการต่อสายของวงจรภาคอินพุตแบบดิจิตอล (แหล่งจ่ายภายนอก) 26
ภาพที่ 2-8 ไดอะแกรมการต่อสายของวงจรภาคอินพุตแบบแอนะลอก 26
ภาพที่ 2-9 ไดอะแกรมการต่อสายของวงจรภาคเอาต์พุตชนิดรีเลย์ 27
ภาพที่ 2-10 ไดอะแกรมการต่อสายของวงจรภาคเอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์ 27
ภาพที่ 2-11 ไดอะแกรมการต่อสายของวงจรภาคเอาต์พุตแบบแอนะลอก 28
ภาพที่ 3-1 ผังแสดงการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ 34
ภาพที่ 3-2 ผังแสดงการแบ่งหน่วยการเรียน 35
ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 36
ภาพที่ 3-4 ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) 39
ภาพที่ 4-1 ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต PLC 51

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน การพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยในปัจจุบันได้ขับเคลื่อนไปสู่ยุคโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) และระบบอัตโนมัติ (Automation) อย่างรวดเร็ว โดยมี โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller: PLC) เป็นหัวใจสำคัญในการควบคุมกระบวนการผลิต เนื่องจากมีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับเปลี่ยนโปรแกรมการทำงานให้สอดคล้องกับความต้องการของกระบวนการผลิตได้ทันที หนึ่งระบบที่ได้รับความนิยมใช้อย่างแพร่หลายในงานทางด้านอุตสาหกรรม เช่น ระบบการคัดแยกวัตถุ ทำหน้าที่จำแนกชิ้นงานตามคุณสมบัติ เช่น ชนิดของวัตถุ สี หรือรูปทรง ทั้งนี้โดยระบบดังกล่าวต้องอาศัยทั้งการเขียนโปรแกรม PLC และการต่อใช้งานอุปกรณ์จริงอย่างถูกต้องและปลอดภัย (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2564) ซึ่งทีกล่าวมาเป็นทักษะที่จำเป็นของช่างผู้ปฏิบัติงาน และสอดลองกับมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยเฉาะอย่างยิ่ง ทักษะในการต่อวงจร ประกอบวง ติดตั้งวงจร และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคู่กับการเขียนโปรแกรมควบคุม (คณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน, 2561) การเรียนรู้จากการปฏิบัตินั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับการเรียนในหลักสูตรฐานสมรรถนะของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และจากการศึกษาที่พบว่าการฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริงช่วยเพิ่มความเข้าใจและทักษะในการปฏิบัติงานของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี (ชลดา ปานสง, 2565 ; Purwanto, 2568)

ในด้านการจัดการเรียนการสอนแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี รายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2011) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้ระบุสมรรถนะรายวิชาโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) การไว้โดยผู้เรียนต้องมีสมรรถนะการต่อวงจรใช้งานควบคุมมอเตอร์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2567) อย่างไรก็ตาม จากผลการสอบถามจากครูผู้สอนในรายวิชาดังกว่าและติดตามการฝึกปฏิบัติของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี พบว่า นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังไม่สามารถต่อสายอุปกรณ์ PLC ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งปัญหาที่พบได้บ่อย 1) ผู้เรียนขาดทักษะการต่อสาย

อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตเชื่อมไปยังเครื่อง PLC ตามผันวงจรที่กำหนด 2) ผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์และเลือกใช้งานอุปกรณ์ชนิด NPN หรือ PNP ให้ตรงกับการต่อ PLC แบบ Source/Sink 3) ผู้เรียนขาดทักษะการตรวจสอบและแก้ไขข้อขัดข้องเมื่อเกิดปัญหาได้จากการเชื่อมต่อ ซึ่งปัจจุบันแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรียังขาดชุดฝึกที่เน้นสมรรถนะเฉพาะทางด้านการต่อสาย จึงทำให้ผู้สอนยังเน้นการเรียนการสอนแบบบรรยาย ถามตอบ และการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วย ส่งผลให้ผู้เรียนมีขาดทักษะการต่อสาย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning : PjBL) เป็นอีกแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและสร้างสรรค์ผลงานผ่านการทำโครงงานที่ผู้เรียนสนใจ นำไปสู่การเข้าใขปัญหาและวิเคราะห์แก้ปัญหาในการออกไปปฏิบัติงานจริงในอนาคตสอดคล้องกับ (ธัญพร, 2563) อีกทั้งงานวิจัยยังพบว่าการใช้ชุดฝึกที่บูรณาการทั้งการวิเคราะห์ การออกแบบ และการลงมือปฏิบัติจริง สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความมั่นใจของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ (ชลดา ปานสง, 2565 ; บุญเกิด, 2565 ; เฉลิมศักดิ์, 2559)

จากสภาพปัญหาที่ผู้สอนในรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) ได้พบเจอ ผู้จัดทำจึงได้ พัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยมีการบูรณาการรูปแบบการสอนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ออกแบบชุดฝึกที่ตอบสนองต่อสมรรถนะรายวิชาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 เพื่อเพิ่มสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ ทำให้ผู้เรียนมีทักษะการต่อวงจรควบคุมอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตเชื่อมไปยังเครื่อง PLC ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานในระบบควบคุมได้ ตอบสนองกับมาตรฐานมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ระดับ 1

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน

1.2.2 เพื่อประเมินความเหมาะสมชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน

1.2.3 เพื่อตรวจสอบพัฒนาการสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1.3.1 ความเหมาะสมของชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) โดยรวมอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

1.3.2 สมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) มีพัฒนาการที่สูงขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของผู้เรียนทั้งหมด และอยู่ในเกณฑ์ระดับมากถึงสูงมาก

1.3.3 ผลสัมฤทธิ์ของการบูรณาการการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของกลุ่มนักเรียน มีคะแนนอยู่ในระดับดีถึงดีเยี่ยม

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียน แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ที่เรียนในรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) ปีการศึกษา 2568 ระดับชั้น ปวช.3 ห้อง 1 กลุ่ม 1 จำนวนนักเรียน 19 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.4.2.1 เอกสารประกอบการสอนวิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับ ปวช.3 หน่วยการเรียนรู้เรื่องการบูรณาการและการประยุกต์ใช้งาน PLC

1.4.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับ ปวช.3 โดยบูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานจำนวน 1 หน่วยการเรียน โดยมีการกำหนดเงื่อนไขในการทำโครงงานในเรื่องการต่อสายอินพุต เอาต์พุต และกำหนดเงื่อนไขสถานการณ์การทำงาน

1.4.3 ขอบเขตด้านระยะเวลาและสถานที่

1.4.3.1 ด้านระยะเวลา ใช้ระยะเวลาในการวิจัย 1 ภาคเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 (ตุลาคม 2568 - มีนาคม 2569)

1.4.3.2 ด้านสถานที่ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

1.4.4 ขอบเขตวิธีการรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือ

1.4.4.1 ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุที่บูรณาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (PjBL) จำนวน 1 ชุด

1.4.4.2 ใบปฏิบัติงานโดยมีการกำหนดเงื่อนไขในการทำโครงงานในเรื่องการการใช้อุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต และเงื่อนไขสถานการณ์การทำงานรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) พร้อมเกณฑ์การประเมิน กำหนดเกณฑ์ผ่านไม่น้อยกว่า 75% ของผู้เรียน

1.4.4.3 แบบประเมินความสมเหมาะสมของชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายอุปกรณ์เชื่อมต่อโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ

1.4.4.4 แบบประเมินชิ้นงานโครงงานสำหรับประเมินผลงานของผู้เรียน

1.4.4.5 กำหนดเกณฑ์การปฏิบัติงานของนักศึกษาที่ปฏิบัติงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุที่บูรณาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (PjBL)

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ชุดฝึกฐานสมรรถนะ หมายถึง ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) เป็นสื่อการเรียนรู้และอุปกรณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับใช้ฝึกทักษะการต่อสายอุปกรณ์ INPUT และ OUTPUT และการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC

1.5.2 ฐานสมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะหรือมาตรฐานความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่ผู้เรียนต้องสามารถแสดงออกได้หลังการฝึก เช่น การต่อวงจร การเขียนโปรแกรม และการแก้ไขปัญหาที่ประกอบด้วยความรู้ ทักษะ พฤติกรรม แรงจูงใจ และอุปนิสัย ซึ่งช่วยให้บุคคลสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.3 การต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC Wiring) หมายถึง กระบวนการเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างอุปกรณ์อินพุต อุปกรณ์เอาต์พุต โมดูลของ PLC ไปยังชุดฝึกเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ตามโปรแกรมที่กำหนด

1.5.4 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) หมายถึง อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติที่ใช้สำหรับประมวลผลคำสั่งที่ผู้ใช้เขียนโปรแกรมไว้เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบต่าง ๆ

1.5.5 ระบบการคัดแยกวัตถุ หมายถึง ระบบจำลองที่ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ ชุดขับเคลื่อนระบบสายพานลำเลียง และระบบการแยกวัตถุ โดยเป็นไปตามเงื่อนไข เช่น สี ชนิดของวัตถุ โดยมี PLC เป็นตัวควบคุมหลัก

1.5.6 การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PjBL) หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านการลงมือทำโครงงานจริง ตั้งแต่ขั้นการวางแผน การปฏิบัติ จนถึงการนำเสนอผลงาน

1.5.7 แบบประเมินความเหมาะสมชุดฝึก หมายถึง เครื่องมือหรือแนวทางที่ใช้ในการตรวจสอบและวัดผลว่าสื่อการสอนนั้นมีคุณภาพ เหมาะสม มากน้อยเพียงใดในการช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้

1.5.8 พัฒนาการสัมพันธ์ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของทักษะของผู้เรียนที่ผ่านกระบวนการฝึกทักษะโดยเป็นการวัดความก้าวหน้าทางด้านทักษะ หรือวัดความเปลี่ยนแปลงของทักษะของผู้ปฏิบัติตั้งซึ่งนำผลของการวัดครั้งแรกมาเทียบกับการวัดครั้งหลัง และนำไปเทียบกับเกณฑ์เพื่อประเมินผู้ของพัฒนาการ

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

1.6.1 ครูผู้สอนได้แนวทางการฝึกสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ รายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

1.6.2 นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี มีสมรรถนะเพิ่มขึ้นในงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ รายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานในระบบควบคุมได้ ตอบสนองกับมาตรฐานมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ระดับ 1

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) จำเป็นต้องศึกษาหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ชุดฝึกทักษะ

2.2 การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ

2.3 การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

2.4 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การพัฒนาชุดฝึกทักษะ

2.1.1 ความหมายของชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะเป็นเครื่องมือที่ใช้ประกอบในการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ทิศนา แขมมณี (2534) กล่าวว่า ชุดฝึก หรือชุดกิจกรรมเป็นการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ โดยการบูรณาการกิจกรรมให้เข้ากับเนื้อหาในหลักสูตร โดยยึดหลักให้สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ชุดฝึกจะมีรายละเอียดของการดำเนินกิจกรรมที่ชัดเจนสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและแนวคิดที่วางไว้ ลักษณะของกิจกรรมจะเบ็ดเสร็จในตัวเอง นักเรียนสามารถฝึกได้ด้วยตนเองโดยไม่ขึ้นต่อกันและพัฒนาความรู้ความคิดของผู้เรียน ให้มีระบบ รู้ถึงทักษะการปฏิบัติของงาน

ธนพงศ์ ศิริบุตรวงษ์ (2563) กล่าวว่า ชุดฝึกทักษะ หมายถึง สื่อการสอนที่ผู้สอนสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยการนำวัสดุ อุปกรณ์ ประกอบขึ้นเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกบวัตถุประสงค์ เนื้อหาและวิธีการประเมินผล เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ศึกษา ปฏิบัติกิจกรรม ทบทวน หรือเสริมความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองตามขั้นตอน โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำช่วยเหลือ และเป็นที่ปรึกษา

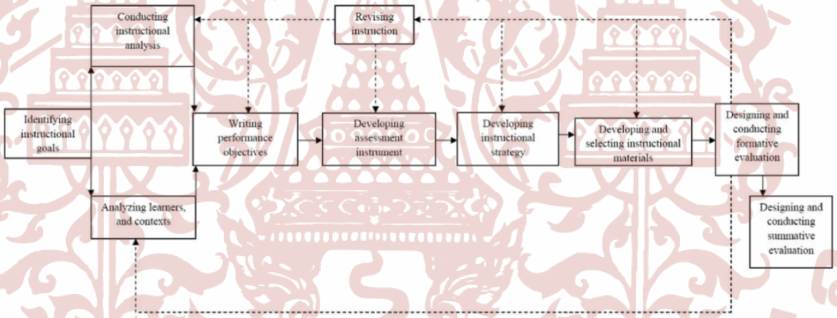
พนภาค ผิวเกลี้ยง (2555) กล่าวว่า ชุดฝึกทักษะหมายถึงสื่อและนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนและมีองค์ประกอบต่างๆ อย่างเป็นระบบให้นักเรียนฝึกปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เพื่อให้

เกิดความรู้ ความเข้าใจและพัฒนาทักษะต่างๆ ตามที่กำหนด ชุดฝึกทักษะต้องมีองค์ประกอบดังนี้ คำนำ คำชี้แจง สารบัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ ใบความรู้ แบบฝึกตัวอย่าง แบบฝึกปฏิบัติ

จากข้อมูลที่นักวิชาการได้ให้ความหมายกล่าวโดยสรุปได้ว่า ชุดฝึกทักษะ หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่ผู้สอนพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาในหลักสูตร เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเองตามขั้นตอน คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และมุ่งพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียน โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก

2.1.2 หลักการและขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะ

Dick and Carey (2005) ; อ้างถึงใน รจนา ธรรมศร. (2557) เสนอรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบที่ประกอบด้วย 9 ขั้นตอน ซึ่งเชื่อมโยงเป้าหมาย การสอน และการประเมินผลอย่างเป็นระบบ ดังนี้



ภาพที่ 2-1 รูปแบบของระบบการเรียนการสอนของ Dick and Carey

จากภาพที่ 2-1 รูปแบบของระบบการเรียนการสอนของ Dick and Carey อธิบายแต่ละขั้นดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน (Identify Instructional Goals)

การกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน หมายถึง การระบุข้อความที่อธิบายถึงพฤติกรรมหรือความสามารถที่ผู้เรียนสามารถแสดงออกได้ภายหลังจากการเรียนรู้เสร็จสิ้นลง โดยเป้าหมายดังกล่าวควรสะท้อนถึงผลลัพธ์การเรียนรู้สุดท้ายที่คาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในหน่วยการเรียนรู้นั้น ๆ ทั้งนี้ เป้าหมายของการเรียนการสอนอาจได้มาจากเป้าหมายโดยรวมของหลักสูตร ประสบการณ์ของผู้สอน ตลอดจนปัญหาและความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียนในชั้นเรียนในการกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน ผู้สอนควรพิจารณาประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

1) พิจารณาว่าผู้เรียนมีความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหานั้น ๆ อย่างแท้จริงหรือไม่

2) พิจารณาถึงความชำนาญและความพร้อมของผู้สอนภายในขอบเขตของเนื้อหาที่กำหนด

3) เมื่อกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอนแล้ว เป้าหมายดังกล่าวควรมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเนื้อหาสาระของการเรียนรู้

2. การวิเคราะห์การเรียนการสอน (Conducting an Instructional Analysis) เป็นการวิเคราะห์เป้าหมายในข้อ 1 ว่าประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ อะไรบ้างที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ จัดเนื้อหาความรู้ที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้ หรือในกรณีของการศึกษาขบวนการทำงานต้องให้นักเรียนได้ทราบขั้นตอนต่าง ๆ ของการทำงาน เพื่อให้นักเรียนสามารถทำตามได้อย่างถูกต้อง

3. การกำหนดพฤติกรรมก่อนการเรียนและลักษณะของนักเรียน (Identify entry behavior and characteristics)

การกำหนดลักษณะและพฤติกรรมก่อนการเรียนของนักเรียนนี้ คือการวิเคราะห์ตัวนักเรียน ซึ่งเป็นการกำหนดทักษะ ความรู้เฉพาะที่นักเรียนจะต้องมีก่อนที่จะเริ่มเรียน การประเมินก่อนเรียนเป็นการทดสอบเพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานอะไรบ้าง และเพื่อที่เราจะต้องสอนอะไรให้กับนักเรียน รวมไปถึงการวิเคราะห์ลักษณะโดยทั่วไปของนักเรียน ซึ่งอาจจะมีความสำคัญสำหรับการที่จะนำไปพิจารณาในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนด้วย โดยกระบวนการที่ใช้ในการกำหนดพฤติกรรมก่อนการเรียนนี้ จะสัมพันธ์โดยตรงกับกระบวนการวิเคราะห์การเรียนการสอน มากกว่านั้นสามารถที่จะนำมาเขียนสำหรับทักษะแต่ละทักษะที่กำหนดในการวิเคราะห์การเรียนการสอนด้วย ซึ่งอาจจะรวมไปถึงทักษะที่กำหนดในลักษณะพฤติกรรมก่อนการเรียน

4. การเขียนวัตถุประสงค์สำหรับเป้าหมายของการเรียนการสอน ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบด้วยกัน คือ

1) ทักษะหรือพฤติกรรมที่ถูกกำหนดในการวิเคราะห์การเรียนการสอน โดยจะต้องบอกถึงสิ่งที่นักเรียนสามารถทำได้

2) เงื่อนไข ซึ่งก็คือเงื่อนไขที่จะทำให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมดังกล่าว

3) เกณฑ์ ซึ่งเกณฑ์นี้จะใช้ประเมินพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนตามที่วัตถุประสงค์กำหนด โดยเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นนี้มักจะกำหนดในรูปของวงจำกัดหรือขอบเขตของการตอบคำถามของนักเรียน

5. การสร้างข้อสอบอิงเกณฑ์ (Developing Criterion–Referenced Test Items) เป็นการสร้างแบบทดสอบขึ้นมาเพื่อใช้วัดความสามารถของนักเรียนว่า ถึงเกณฑ์ที่ต้องการหรือไม่ การสร้างข้อสอบจะต้องให้สัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่เขียนไว้ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ไว้ในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้เขียนไว้ ซึ่งจะเป็นตัวชี้หรือบอกให้ทราบว่า หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนแล้ว นักเรียนสามารถบรรลุตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

6. การกำหนดยุทธศาสตร์การสอน (Developing an Instructional Strategy) การกำหนดยุทธศาสตร์การสอน หมายถึง การกำหนดส่วนประกอบของวัสดุการเรียนการสอน และกระบวนการที่ใช้ร่วมกับวัสดุ ทั้งนี้เพื่อที่จะดึงพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนออกมา โดยจะประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 5 ส่วน คือ

1) กิจกรรมก่อนการเรียนการสอน

2) กำนำเสนอเนื้อหา

3) การมีส่วนร่วมของนักเรียน

4) การทดสอบ

5) กิจกรรมติดตามผล

7. การจัดทำวัสดุ–อุปกรณ์การสอน (Develop and Select Instruction) การจัดทำและเลือกวัสดุการสอนหรือสื่อการสอน เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาข้อมูลให้แก่นักเรียน ซึ่งในการเลือกสื่อการสอนนั้น มีปัจจัยอยู่หลายปัจจัยด้วยกันที่จะนำมาพิจารณาคือ

1) การเลือกสื่อการสอนที่เหมาะสมกับประเภทของกิจกรรมการเรียน

2) ความสะดวกในการใช้สื่อในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

3) ความสามารถของผู้ออกแบบหรือผู้เชี่ยวชาญในการที่จะผลิตสื่อที่มีรูปแบบเฉพาะ

4) ความยืดหยุ่น ความคงทน และความเหมาะสมของสื่อ

5) ความคุ้มทุน เมื่อเปรียบเทียบกับสื่อการสอนชนิด

อื่นจากปัจจัยในการเลือกสื่อที่กล่าวมาทั้งหมดถือเป็นเกณฑ์ ที่สำคัญ ในการพิจารณาเลือกสื่อการสอนในกระบวนการพัฒนาการเรียนการสอน

8 การออกแบบและการดำเนินการประเมินผลระหว่างเรียน (Designing and Conducting Formative Evaluation) การประเมินผลระหว่างเรียน (Formative Evaluation) คือ กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลและสารสนเทศในระหว่างที่ดำเนินการเรียนการสอน เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนนั้นๆ โดยหลักการสำคัญของการประเมินผลระหว่างเรียนควรดำเนินการควบคู่ไปพร้อมกับการเรียนการสอน และเกิดขึ้นในขณะที่การเรียนการสอนกำลังดำเนินอยู่ อย่างไรก็ตาม การประเมินในลักษณะนี้อาจไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นภายใต้รูปแบบการเรียนการสอนที่เป็นทางการเสมอไปสำหรับการดำเนินการประเมินผลระหว่างเรียนสามารถกระทำได้หลากหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น

- การตั้งคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา (Questioning content)
- การสังเกตผู้เรียน (Observations of learners)
- การวิเคราะห์บันทึกข้อมูล (Record analysis)
- การสัมภาษณ์ (Interviews)

- การประเมินตนเอง (Self-assessments)

- การทดสอบย่อย (Short quizzes)

- การอภิปราย (Discussion)

9. การออกแบบและการดำเนินการประเมินผลรวมยอด (Designing and Conducting Summative Evaluation) การประเมินผลรวมยอดเป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนในภาพรวม โดยมุ่งเน้นการวัดผลครอบคลุมทั้งหน่วยการเรียนรู้และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่หลากหลาย ในการพัฒนาเครื่องมือประเมินผลรวมยอด สิ่งสำคัญคือต้องออกแบบวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะประเมิน

ทั้งนี้ การประเมินผลรวมยอดมีความแตกต่างจากการประเมินผลระหว่างเรียนในด้านจุดประสงค์หลักของการประเมิน กล่าวคือ การประเมินผลระหว่างเรียนมุ่งเน้นการระบุสิ่งที่ควรปรับปรุงในขณะที่การเรียนการสอนยังดำเนินอยู่ ส่วนการประเมินผลรวมยอดมุ่งเน้นการระบุจุดแข็งและสิ่งที่ควรพัฒนาภายหลังจากที่สิ้นสุดกระบวนการเรียนการสอนแล้ว

2.1.3 คุณลักษณ์ของชุดฝึกทักษะที่ดี

สมชัย ไชกล (2526 : 14 – 15) ; ที่อ้างถึงใน พนภาค ผิวเกลี้ยง (2555) ได้สรุปลักษณะของแบบฝึกว่า เป็นเครื่องมือหรือสื่อสำคัญอย่างหนึ่งที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะและความแตกฉานในบทเรียน ในการสร้างแบบฝึกที่มีคุณลักษณะที่ดีนั้น ควรอาศัยหลักการต่าง ๆ ดังนี้

1) แบบฝึกควรสร้างขึ้นเพื่อที่จะสอนมิใช่เพื่อทดสอบว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง

2) แบบฝึกหนึ่ง ๆ ควรเกี่ยวกับโครงสร้างเฉพาะของสิ่งที่จะสอนเพียงอย่างเดียว

3) สิ่งสำคัญที่จะฝึกควรเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย ซึ่งอาจนำมาจากบทสนทนา การอ่าน หรือการพูดคุยกัน

4) ข้อความที่นำมาฝึกในแต่ละแบบฝึกควรสั้น เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความยุ่งยากใจ

5) แต่ละแบบฝึกควรฝึกให้ผู้เรียนแสดงออกถึงทักษะความสามารถให้มากที่สุด

6) แบบฝึกควรเป็นแบบที่กระตุ้นให้เกิดการตอบสนองที่พึงปรารถนาเท่านั้น

ดวงเดือน อ่อนน่วม และคณอื่น ๆ (2536 : 37) ; ที่อ้างถึงใน พนภาค ผิวเกลี้ยง (2555) ได้เสนอแนวลักษณะของชุดฝึกที่ดีดังนี้

1) ชุดฝึกที่ดีควรมีความชัดเจน ทั้งคำสั่ง วิธีทำและไม่ควรยาวจนเกินไป ควรปรับปรุงให้เหมาะสมกับผู้ใช้ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง

2) ชุดฝึกที่ดีควรมีความหมายต่อผู้เรียนและตรงตามจุดมุ่งหมายของการฝึก ลงทุนน้อย ใช้ได้นานและทันสมัยอยู่เสมอ

3) ชุดฝึกที่ดีควรแยกเป็นเรื่อง ๆ แต่ละเรื่องไม่ควรยาวเกินไป ควรมีกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ

4) ชุดฝึกที่ดีควรเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาได้ด้วยตนเอง ให้รู้จักค้นคว้ารวบรวมสิ่งที่พบเห็นบ่อย ๆ หรือที่ตัวเองใช้ จะทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น และรู้จักนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องมีหลักเกณฑ์ และมองเห็นสิ่งที่ได้ฝึกนั้นมีความหมายต่อเขาตลอดไป

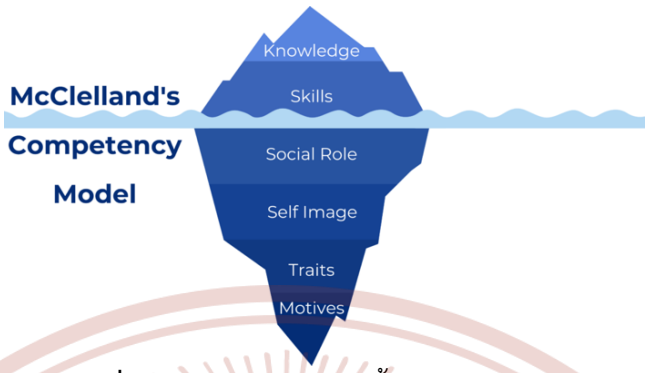
5) ชุดฝึกที่ดีมีผลตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลหลายๆ ด้าน เช่น ความต้องการ คงามสนใจ ความพร้อม ระดับสติปัญญาและประสบการณ์

2.2 การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ

2.2.1 แนวคิดของการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ

(McClelland, 1973) ; ถูกอ้างถึงใน (จันจิรา, 2566) แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะเริ่มจากการนำเสนอบทความทางวิชาการของ McClelland นักจิตวิทยาแห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ดเมื่อปี ค.ศ. 1960 โดยมีรายละเอียดดังนี้ McClelland (1973) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะที่ดี ของบุคคล (Excellent performer) ในองค์การกับระดับทักษะความรู้ความสามารถ โดยกล่าวว่าการวัดด้านสติปัญญา (Intelligence Quotient: IQ) และการทดสอบบุคลิกภาพยังไม่เหมาะสม ในการทำนายความสามารถหรือสมรรถนะของบุคคลได้เพราะไม่ได้สะท้อนความสามารถ ที่แท้จริงออกมาได้

ในปี ค.ศ. 1970 US State Department ได้ติดต่อบริษัทแม็คเบอร์ (Mcber) ซึ่ง McClelland เป็นผู้บริหารอยู่เพื่อให้หาเครื่องมือชนิดใหม่ที่สามารถทำนายผลการปฏิบัติงาน ของเจ้าหน้าที่ได้อย่างแม่นยำ แทนแบบทดสอบเก่า ซึ่งไม่สัมพันธ์กับผลการปฏิบัติงาน เนื่องจากคนได้คะแนนดีแต่ปฏิบัติงานไม่ประสบผลสำเร็จจึงต้องเปลี่ยนแปลงวิธีการใหม่ โดยได้เขียนบทความ “Testing for Competence Rather Than for Intelligence” วารสาร American Psychologist เผยแพร่แนวคิดและสร้างแบบประเมินแบบใหม่ที่เรียกว่า Behavioral Event Interview (BEI) เป็นเครื่องมือประเมินที่ค้นหาผู้ที่มีผลการปฏิบัติงานดีซึ่ง McClelland เรียกว่า สมรรถนะ ถือเป็นจุดกำเนิดของแนวคิดเรื่องสมรรถนะที่สำคัญอธิบายบุคลิกลักษณะ ของคนว่าเปรียบเสมือนกับภูเขาน้ำแข็ง (Iceberg) ดังภาพที่ 2-1 แบบจำลอง



ภาพที่ 2-2 แบบจำลองภูเขาน้ำแข็ง McClelland

2.2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ

การศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะได้มีนักวิชาการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Great Schools Partnership (2014) การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ หรือ competency-based-learning คือ การจัดการเรียนรู้ตามความสามารถของนักเรียน โดยมีจุดมุ่งเน้นการเรียนทั้งด้าน ความรู้ และด้านทักษะที่นักเรียนคาดหวังที่จะได้เรียนรู้ โดยครูผู้สอนใช้มาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร เป็นตัวกำหนดความสามารถ และความชำนาญ เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามความสามารถมุ่งเน้นให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน หากนักเรียนไม่ผ่านมาตรฐานการเรียนรู้ที่คาดหวัง นักเรียนจะได้รับคำแนะนำเพิ่มเติม มีเวลาฝึกฝนทักษะ และการสนับสนุนจากครูผู้สอนเพื่อช่วยให้บรรลุความสามารถหรือเป็นไปตามมาตรฐานที่คาดหวัง

Bernikova (2017) การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ คือ ระบบการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนก้าวไปสู่ระดับการเรียนรู้ที่สูงขึ้นเมื่อมีความเชี่ยวชาญในด้านความรู้ และทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้แต่ละระดับ โดยไม่กำหนดระยะเวลาในการเรียนรู้ หรือสถานที่ นักเรียนสามารถพัฒนาไปตามจุดประสงค์ในการเรียนรู้ และผ่านมาตรฐานการเรียนรู้หรือทักษะที่นักเรียนเชี่ยวชาญ เมื่อพร้อมที่จะพัฒนาไปสู่ระดับต่อไป หากนักเรียนไม่สามารถผ่านมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ นักเรียนสามารถทบทวน และรับการสนับสนุนในบทเรียนที่ไม่เข้าใจ การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะมีเป้าหมายหลักในการสอนให้นักเรียน เรียนรู้วิธีรับข้อมูล ประมวลผล และนำไปใช้ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และทักษะในการนำไปปฏิบัติ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2563) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นเป้าหมาย คือ มุ่งเน้นผลที่จะเกิดกับนักเรียน ซึ่งก็คือความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างเป็นองค์รวม ในการปฏิบัติงาน การแก้ปัญหา และการใช้ชีวิต เป็นการเรียน

การสอนที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เรียนรู้เพื่อให้สามารถใช้การได้จริงในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง เป็นการเรียนเพื่อใช้ประโยชน์ ไม่ใช่การเรียนเพื่อรู้เท่านั้น

เกตุธัช (2564) กล่าวว่า การจัดประสบการณ์การเรียนการสอนตามความสามารถของนักเรียน มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนด้านความรู้ เจตคติ และด้านทักษะ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของแต่ละระดับชั้นโดยไม่กำหนดระยะเวลาในการเรียนรู้ หากนักเรียนไม่สามารถผ่านมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดได้ นักเรียนจะได้รับคำแนะนำและการสนับสนุนในบทเรียนที่ไม่เข้าใจการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะมีเป้าหมายหลักในการสอนให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เจตคติ และทักษะในการปฏิบัติงานและการแก้ปัญหาได้จริงในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้มาตรฐานการเรียนรู้เป็นกรอบในการพัฒนาความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะอย่างบูรณาการ ผู้เรียนสามารถก้าวหน้าในการเรียนรู้ตามระดับความเชี่ยวชาญของตนโดยไม่จำกัดเวลา พร้อมทั้งได้รับการสนับสนุนอย่างเหมาะสม เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะในการปฏิบัติงาน การแก้ปัญหา และการดำรงชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.3 หลักการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ

จากการศึกษา พบว่า Great Schools Partnership (2017) ได้สร้าง "หลักการ 10 ประการ ของการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ" ดังนี้

1) มีความชัดเจนของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีต่อนักเรียน โดยมีการชี้แจงให้นักเรียนและ ผู้ปกครองรับทราบทั้งจุดประสงค์การเรียนรู้ในระยะยาว (เช่น ข้อกำหนดในการสำเร็จการศึกษา และ มาตรฐานการสำเร็จการศึกษา) จุดประสงค์การเรียนรู้ในระยะสั้น (เช่น จุดประสงค์การเรียนรู้เฉพาะ สำหรับหลักสูตรหรือประสบการณ์การเรียนรู้) และจุดประสงค์การเรียนรู้ทั่วไป (เช่น ระดับ ประสิทธิภาพที่ใช้ในระบบการให้คะแนนและการรายงานของโรงเรียน)

2) ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนจะประเมินโดยเทียบกับมาตรฐานการเรียนรู้ทั่วไป และความคาดหวังในผลการปฏิบัติงานที่ใช้กับนักเรียนทุกคน 3) การประเมินทุกรูปแบบเป็นไปตามมาตรฐานและอ้างอิงตามเกณฑ์ที่กำหนด ความสำเร็จ ของนักเรียนถูกกำหนดโดยมาตรฐานที่คาดหวัง ไม่ใช่การเปรียบเทียบระหว่างนักเรียน

4) การประเมินระหว่างเรียน (Formative assessment) จะวัดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ระหว่างกระบวนการเรียนการสอน ผลการประเมินจะใช้เพื่อการพัฒนาการสอน แนวทางการสอน และการสนับสนุนทางวิชาการ

5) การประเมินผล (Summative assessment) จะประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ระบุระดับความสามารถของนักเรียน

6) มีการติดตาม และรายงานความก้าวหน้าอยู่เสมอ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะแยกจาก คุณลักษณะของนักเรียน ได้แก่ นิสัยการทำงาน ลักษณะนิสัย และพฤติกรรม เช่น การเข้าชั้นเรียน และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ซึ่งจะมีการเฝ้าติดตามและรายงานด้วย

7) มีการสื่อสารเกี่ยวกับความก้าวหน้าและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่นักเรียนและผู้ปกครอง และนำผลสัมฤทธิ์ไปใช้ในการอำนวยความสะดวกและปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้

8) นักเรียนจะได้รับโอกาสในการปรับปรุงแก้ไขงานหากไม่สามารถบรรลุมาตรฐานที่คาดหวัง

9) นักเรียนสามารถแสดงความก้าวหน้าในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้หลายวิธี ผ่านการประเมินที่หลากหลาย ตัวเลือกการเรียนรู้ส่วนบุคคล หรือเส้นทางการเรียนรู้ทางเลือก

10) นักเรียนจะได้รับโอกาสในการตัดสินใจที่สำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ รวมถึงการสนับสนุน การออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้และเส้นทางการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2566) ได้กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะและแนวทางที่สำคัญไว้ดังนี้ ดังนี้

1) มีการกำหนดสมรรถนะที่ต้องการพัฒนา

2) มีการกำหนดงานที่สามารถใช้สร้างสมรรถนะผู้เรียนตามที่กำหนด

3) มีการกำหนดความรู้ ทักษะ และเจตคติ/คุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในการทำงานนั้น ๆ ให้สำเร็จ โดยส่งเสริมการใช้ความรู้ข้ามศาสตร์ (Multidisciplinary) อย่างบูรณาการ (Integration)

4) มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่หลากหลาย สามารถตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน

5) มีการเสริมสร้าง A (Attitude/Attribute) เพื่อสร้างแรงจูงใจ แรงบันดาลใจ และกระตุ้นความสนใจใฝ่รู้ สร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำตนเองและกำกับการเรียนรู้ของตนเองได้ (Self-directed Learning) เนื่องจาก A เป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

6) มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้ในระดับที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ และเกิดการเรียนรู้แบบรู้จริง (Mastery Learning) คือเกิดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้จริง

7) มีการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานจริง ได้เผชิญสถานการณ์ ปัญหา และอุปสรรคที่ท้าทาย และมีโอกาสประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และเจตคติ (KSA) ในการทำงานจนประสบความสำเร็จ

8) มีการให้ผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนรู้และการทำงานตามความถนัดและความสามารถของตนเอง สามารถก้าวหน้าได้เร็วหรือช้าแตกต่างกัน (Self-pacing)

9) มีการให้ผู้เรียนประเมินการเรียนรู้ของตนเองระหว่างเรียน (Assessment as Learning) เพื่อปรับปรุงวิธีการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ของตน

10) มีการสังเกตพฤติกรรมและการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยครูให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และให้ความช่วยเหลือตามความต้องการของผู้เรียน

คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา (2564) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ มีดังนี้

1) การเรียนการสอนที่มีจุดประสงค์การเรียนรู้ฐานสมรรถนะเป็นเป้าหมาย คือ มุ่งเน้นการพัฒนา ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างเป็นองค์รวมในการปฏิบัติงาน การแก้ปัญหา และการใช้ชีวิต

2) การเรียนการสอนที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เรียนรู้เพื่อให้สามารถใช้การได้จริงในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง เป็นการเรียนเพื่อใช้ประโยชน์ไม่ใช่การเรียนเพื่อรู้เท่านั้น

3) การเรียนการสอนเน้น “การปฏิบัติ” โดยมีชุดของเนื้อหาความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะ ที่จำเป็นต่อการนำไปสู่สมรรถนะที่ต้องการ จึงทำให้สามารถลดเวลาเรียนเนื้อหาจำนวนมากที่ไม่จำเป็น เอื้อให้ ผู้เรียนมีเวลาในการเรียนรู้เนื้อหาที่จำเป็นในระดับที่ลึกซึ้งขึ้น และมีโอกาสได้ฝึกฝนการใช้ความรู้ในสถานการณ์ ต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะในระดับชำนาญหรือเชี่ยวชาญ

4) การเรียนการสอนที่มีการบูรณาการความรู้ข้ามศาสตร์ ความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การปฏิบัติงานใดงานหนึ่ง จะได้รับการนำไปใช้เพื่อความสำเร็จของการปฏิบัติงาน การเรียนการสอนเป็นการ บูรณาการมากขึ้น

5) ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนรู้ และมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้ไปตามความถนัดและ ความสามารถของตน สามารถไปได้เร็ว-ช้าแตกต่างกันได้

6) การให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อการปรับปรุงพัฒนา เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ฐานสมรรถนะประสบความสำเร็จ

2.2.4 ประเภทของสมรรถนะ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2566) ได้จำแนกประเภทของสมรรถนะที่บุคลากรของสถานศึกษาจำเป็นต้องทำความเข้าใจ เพื่อใช้เป็นฐานในการพัฒนาหลักสูตรและจัดการเรียนการสอน มี 2 ประเภท ดังนี้

1) สมรรถนะหลัก/สมรรถนะทั่วไป (Core Competency)

สมรรถนะประเภทนี้ เป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับทุกคนเพื่อนำมาใช้ในการทำงานและการดำเนินชีวิตประจำวัน เป็นสมรรถนะที่ใช้ได้กว้างขวาง ไม่จำกัดเฉพาะเรื่อง/สาระ/วิชาเป็นสมรรถนะที่เป็นอิสระจากเนื้อหา (Content free) หรือไม่เกาะติดเนื้อหา เช่น สมรรถนะการคิดสมรรถนะการสื่อสาร ซึ่งใช้ได้กับทุกเรื่อง ทุกเนื้อหา ทุกวิชา แต่อาจมากน้อยต่างกันได้

2) สมรรถนะเฉพาะ (Specific Competency)

ในทางการศึกษา สมรรถนะเฉพาะหมายถึง สมรรถนะที่เกิดจากการเรียนรู้เฉพาะเรื่องสาระวิชา ซึ่งผู้เรียนควรรู้ จำเป็นต้องรู้ เข้าใจและนำไปใช้ได้ หากผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะเจตคติและคุณลักษณะ ที่ได้จากการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ผู้เรียนจะเกิดสมรรถนะเฉพาะในเรื่องนั้น ซึ่งอาจไม่สามารถนำเรื่องนั้นไปใช้กับเรื่องอื่น ๆ อีกจำนวนมากได้ สมรรถนะเฉพาะมีความจำกัดมากกว่าสมรรถนะหลัก แต่ก็มีความสำคัญเพราะเป็นสมรรถนะที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต และการเรียนรู้ที่สูงขึ้น รวมทั้งการตอบสนองความสนใจและความถนัดเฉพาะตนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (2567) ได้ประเภทของสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2567 แบ่งสมรรถนะเป็นหมวดไว้ดังนี้

1) หมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง ซึ่งประกอบไปด้วย 3 กลุ่ม

กลุ่มสมรรถนะภาษาและการสื่อสาร ประกอบด้วยรายวิชาภาษาไทย และรายวิชาภาษาต่างประเทศ

กลุ่มสมรรถนะการคิดและการแก้ปัญหา ประกอบด้วยรายวิชาวิทยาศาสตร์ และรายวิชา คณิตศาสตร์

กลุ่มสมรรถนะทางสังคมและการดำรงชีวิต ประกอบด้วยรายวิชาสังคมศึกษา และรายวิชา สุขศึกษาและพลศึกษา การจัดวิชาในหมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง สามารถทำได้ในลักษณะเป็นรายวิชาหรือลักษณะบูรณาการ ให้ครอบคลุมกลุ่มสมรรถนะภาษาและการสื่อสาร กลุ่มสมรรถนะการคิดและการแก้ปัญหา กลุ่มสมรรถนะ ทางสังคมและการดำรงชีวิต ในสัดส่วนที่เหมาะสมตามกลุ่มอาชีพและสาขาวิชา

2) หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 กลุ่ม

กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐาน ประกอบด้วย รายวิชาที่สนับสนุนงานอาชีพ และรายวิชา ที่เป็นพื้นฐานของงานอาชีพ

กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ ประกอบด้วย

1) รายวิชาชีพที่สอดคล้องกับมาตรฐานอาชีพ เรียงลำดับรายวิชาที่ต้องเรียนเพื่อสะท้อน ความเป็นสาขาวิชา และรายวิชาที่สามารถเลือกเรียนตามลักษณะงานอาชีพเฉพาะของสาขาวิชา ตามเงื่อนไข ที่สาขาวิชากำหนด

2) รายวิชาโครงงานพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพที่สอดคล้องกับสาขาวิชา การจัดรายวิชาในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ เพื่อกำหนดให้เป็นสาขาวิชาใด ต้องมีจำนวนหน่วยกิต ของกลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐานและกลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ รวมไม่น้อยกว่า 35 หน่วยกิต

3) กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก

4) ฝึกประสบการณ์สมรรถนะวิชาชีพ

5) โครงงานพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพ

2.2.4 การวัดและประเมินฐานสมรรถนะ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2566) การวัดและประเมินฐานสมรรถนะมีหลักการและแนวทางที่สำคัญ ดังนี้

1) ให้ความสำคัญกับการประเมินเพื่อพัฒนา (formative assessment) โดยถือว่าการประเมินเป็นกิจกรรมในกระบวนการเรียนการสอนตามปกติ ผู้เรียนมีการประเมินตนเองระหว่างเรียน (assessment as learning) เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการปรับปรุงวิธีการเรียนรู้ของตนให้ดียิ่งขึ้นก้าวหน้าขึ้น ครูสังเกตและเก็บข้อมูลการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการปรับปรุงการสอนของตน และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้น (assessment for learning)

2) การประเมินเพื่อพัฒนาใช้วิธีการประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment)จากสิ่งที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง เช่น การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio) การประเมินจากชิ้นงานจากการปฏิบัติงาน รวมไปถึงการประเมินตนเองและการประเมินโดยเพื่อน

3) การประเมินตัดสินผล (summative assessment) จะมุ่งวัดสมรรถนะองค์รวมที่แสดงถึงความสามารถในการประยุกต์ใช้ K S A ในการปฏิบัติงานในสถานการณ์ต่าง ๆ

4) การประเมินเพื่อตัดสินผล เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ (assessment of learning)โดยใช้วิธีการวัดจากพฤติกรรม การกระทำ การปฏิบัติของผู้เรียนในสถานการณ์ต่าง ๆ (performance test)ที่แสดงออกถึงความสามารถในการประยุกต์ใช้ K S A ตามเกณฑ์การปฏิบัติ (performance criteria) และหลักฐานการเรียนรู้อื่น ๆ (evidence) เป็นการประเมินแบบอิงเกณฑ์ไม่ใช่อิงกลุ่ม

5) การประเมินฐานสมรรถนะ มีการใช้สถานการณ์เป็นฐาน เพื่อให้บริบทการประเมินตามสภาพจริงมากขึ้น

6) ผู้เรียนจะได้รับการประเมินเมื่อพร้อม หากไม่ผ่านการประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนดผู้เรียนจะต้องได้รับการสอนซ่อมเสริม หรือได้รับความช่วยเหลือด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับปัญหาและความต้องการของผู้เรียน จนสามารถผ่านได้ตามเกณฑ์ จึงจะก้าวไปสู่การเรียนรู้ในขั้นหรือระดับที่สูงขึ้น

7) การรายงานผลเป็นการให้ข้อมูลพัฒนาการของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ที่ช่วยให้ผู้ปกครองและผู้เกี่ยวข้องได้ข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้และการพัฒนาการของผู้เรียน ตามความเป็นจริงอย่างรอบด้าน ซึ่งแต่ละสถานศึกษาสามารถพัฒนาขึ้นตามความเหมาะสมกับหลักสูตรสถานศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (2562) ได้กำหนดการประเมินแบบสมรรถนะเป็นการประเมินที่เน้นการปฏิบัติ (Performance Based Assessment) เน้นที่กระบวนการเรียนรู้และการปฏิบัติงาน แยกสิ่งที่ต้องการประเมินเป็นทักษะ 4 ด้าน คือ

4.1 ทักษะตามภาระงาน (Task Skills) ความสามารถในการปฏิบัติภาระงานแต่ละชิ้น

4.2 ทักษะการจัดการ (Task Management Skills) ความสามารถในการจัดการกับภาระงานและกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติภายใต้งานนั้น ๆ

4.3 ทักษะในคาดการณ์อุปสรรค ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น (Contingency Skills) การประเมินทักษะใช้ได้ดีโดยกำหนดสถานการณ์จำลอง

4.4 ทักษะตามบทบาทและงานที่รับผิดชอบและสภาพแวดล้อม (Job/Role Environment) รวมถึงการทำงานร่วมกับผู้อื่น

2.3 การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

2.3.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

การศึกษาความหมายของการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานได้มีนักวิชาการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ทิศนา แขมมณี (2557) ให้ความหมายของการจัดการเรียนสอนโดยใช้โครงงานเป็นหลัก ไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้ร่วมกันเลือกเรียนรู้และทำโครงงานที่ตนสนใจ ผ่านกระบวนการสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่สนใจ เพื่อวางแผนการร่วมกัน มีการศึกษาหาข้อมูลความรู้ และลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้จนค้นพบความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ แล้วนำเสนอข้อความรู้นั้นต่อสาธารณชน โดยนำผลงานและประสบการณ์ที่ได้รับมาอภิปราย เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับทั้งหมด

พงษ์ดนัย จิตตวิสุทธิกุล (2567) การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดกลุ่มผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันผ่านการทำกิจกรรมร่วมกัน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ในลักษณะของการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และพัฒนาออกมาเป็นชิ้นงาน ผลงาน

โดยมีผู้สอนเป็นผู้กระตุ้น แนะนำ ยกตัวอย่าง สาธิตวิธีการปฏิบัติ และให้คำปรึกษา เพื่อเสริมสร้างกระบวนการคิด การตัดสินใจการทำงานร่วมกัน และทักษะในการปฏิบัติงาน ตลอดจนการนำเสนอผลงาน ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการหลากหลายรูปแบบมาบูรณาการกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างลึกซึ้ง สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากประสบการณ์ตรงที่เกิดขึ้น เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PBL) หมายถึง การเรียนรู้ที่จัดประสบการณ์ในการปฏิบัติงานให้แก่นักเรียน เหมือนกับการทำงานในชีวิต จริงอย่างมีระบบ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรง ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ใช้วิธีการ หาความรู้ความจริงอย่างมีเหตุผล ได้ออกแบบประดิษฐ์ชิ้นงาน ทำการทดลอง ทดสอบประสิทธิภาพ ได้พิสูจน์สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง รู้จักวางแผนการทำงาน ฝึกการเป็นผู้นำ ผู้ตาม ตลอดจนได้พัฒนากระบวนการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง บนพื้นฐานของความพอเพียงและการประมาณตนเอง โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้น เพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียน มาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟัง และ การสังเกตจากผู้รู้ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียน กระบวนการจัดทำโครงงานและจัดแสดงผลงานที่เป็นรูปธรรม นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ยังเน้นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ชีวิตขณะที่เรียน ได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สมรรถนะที่สำคัญของนักเรียนและคุณลักษณะต่าง ๆ สอดคล้องกับหลักพัฒนาการคิด ของBlooms ทั้ง 6 ขั้นคือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานถือได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยมีครูเป็นผู้ให้ การส่งเสริมสนับสนุนในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้น ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงในลักษณะของการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อศึกษาค้นคว้า สำรวจ หรือทดลองในหัวข้อที่ผู้เรียนมีความสนใจร่วมกัน โดยกระบวนการนี้เริ่มต้นจากการวางแผนอย่างเป็นระบบ การรวบรวมข้อมูล และการแก้ปัญหา เพื่อสร้างสรรค์ออกมาเป็นชิ้นงานหรือนวัตกรรมใหม่ที่เกิดจากความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

2.3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PBL) ไว้ดังนี้



ภาพที่ 2-3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL)

ที่มา : ดุษฎี โยเหลา (2557) (ปรับปรุง) อ้างถึงใน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564)

ในการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานในลักษณะนี้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น มาจากการศึกษาโรงเรียนในประเทศไทย โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอนอธิบายไว้ดังนี้

1. ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงงานก่อนการเรียนรู้ เนื่องจาก การทำโครงงานมีรูปแบบขั้นตอนที่ชัดเจนและรัดกุม ดังนั้นนักเรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับ โครงงานไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะดำเนินงานโครงงานจริงในขั้นแสวงหาความรู้

2. ขั้นกระตุ้นความสนใจ ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยต้องคิดหรือเตรียม กิจกรรมที่ดึงดูดให้นักเรียนสนใจใคร่รู้ถึงความสนุกสนานในการทำโครงงานหรือกิจกรรมร่วมกัน โดยกิจกรรมนั้น อาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ในการกระตุ้น ของครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับชุมชน ที่นักเรียนอาศัยอยู่หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3. ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผน ดำเนินกิจกรรม ซึ่งนักเรียนร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง ผ่านการระดมความคิดหารือ และแบ่งหน้าที่ ตามแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้นั้น ๆ เรียบร้อยแล้ว

4. ขั้นแสวงหาความรู้ในขั้นแสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับนักเรียนในการทำกิจกรรม โดยนักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงงานตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ นักเรียนปฏิบัติหน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม อีกทั้งร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรมโดยขอคำปรึกษาจากครูเป็นระยะ ๆ เมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้น หลังจากนั้น นักเรียนต้องร่วมกันเขียนรูปเล่ม เพื่อจัดทำเป็นสรุปรายงานจากโครงงานที่ตนปฏิบัติ

5. ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้น ให้นักเรียนคิดหาคำตอบที่จะนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

6. ขั้นนำเสนอผลงาน ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลา ให้นักเรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนนักเรียนในชั้นและนักเรียนอื่น ๆ ในโรงเรียนได้ชมผลงาน และเรียนรู้ กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในการทำโครงงาน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564) ซึ่งได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 2-4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564)

1. Define คือ การระบุประเด็นปัญหาที่สนใจ ซึ่งก่อนจะระบุได้นั้น นักเรียนจะได้รับการสร้างแรงบันดาลใจเพื่อเร้าความสนใจในการเรียนรู้ ก่อนปรับพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับโครงงาน ดังนั้น การสร้างแรงบันดาลใจและการให้ความรู้พื้นฐานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียน เพื่อที่จะสามารถนำไปปรับให้เข้ากับองค์ความรู้เดิมและเปลี่ยนแปลงความคิดให้เป็นองค์ความรู้ใหม่ตามทฤษฎี Constructivism ก่อนการศึกษาปัญหาหรือสถานการณ์ที่ท้าทายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

2. Plan คือ การวางแผนการทำงานการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL) เพื่อให้เกิดองค์ความรู้และนวัตกรรมตามทฤษฎี Constructionism จากประเด็นสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นด้วยตนเอง สามารถระบุประเด็นปัญหา ตั้งชื่อเรื่อง กำหนดวัตถุประสงค์ ตั้งสมมติฐาน และกำหนดตัวแปร รวมทั้ง เตรียมเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการทำโครงงานของตนเอง ทีมงานต้องวางแผนงาน ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรของโครงงานแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ จัดประชุมกันภายใน

กลุ่ม แลกเปลี่ยนข้อค้นพบ แลกเปลี่ยนคำถาม แลกเปลี่ยนวิธีการ ยิ่งทำความเข้าใจร่วมกันไว้ชัดเจนเพียงใด การปฏิบัติงานในขั้นต่อไปจะราบรื่นยิ่งขึ้น

3. Do คือ การลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนจะได้เรียนรู้ทักษะการออกแบบ วิพากษ์แบบหรือวิธีการสร้างชิ้นงาน ลงมือประดิษฐ์ชิ้นงาน ทดสอบประสิทธิภาพ ปรับปรุงชิ้นงาน และการแก้ไขปัญหา รู้จักการประสานงานการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทักษะการทำงานภายใต้ทรัพยากรที่มีจำกัด ทักษะในการค้นหาความรู้เพิ่มเติม ทักษะการทำงานในสภาพที่ทีมงานมีความแตกต่างหลากหลาย ทักษะการทำงานในสภาพต่าง ๆ ทักษะการรวบรวมผลงานทักษะการวิเคราะห์ผลที่เกิดจากการทำงาน นอกจากนี้ยังได้แลกเปลี่ยนประเด็นวิเคราะห์กับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อเป็นการอภิปรายผล

4. Review คือ การที่กลุ่มนักเรียนจะทบทวนการเรียนรู้จากผลการปฏิบัติงานที่ผ่านมา ซึ่งนักเรียนสามารถเห็นตนเองว่าเผชิญกับสิ่งใดมาบ้าง ทั้งที่เป็นความสำเร็จและความล้มเหลว มาทำความเข้าใจ และกำหนดวิธีทำงานใหม่ที่ถูกต้องเหมาะสม รวมทั้ง นำเหตุการณ์ที่เป็นข้อข้องใจ ความภาคภูมิใจ ความประทับใจ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ดีขึ้น ระบุประโยชน์และข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป ขั้นตอนนี้เป็นการเรียนรู้แบบสะท้อนคิด (reflection) หรือที่เรียกว่า AAR (After Action Review) โดยขั้นตอนนี้ ครูควรมีบทบาทในการทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ การทำงานหรือวิจารณ์ (Reviewer)

5. Present คือ การเขียนบรรยายในรูปแบบของรายงาน บทคัดย่อ และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน มีการใช้สื่อ ชิ้นงาน แผนภาพ โมเดลประกอบ ร่วมกับการบรรยาย หรืออาจสร้างนวัตกรรมในการนำเสนอ เพื่อสื่อความหมายให้ผู้รับฟังได้เข้าใจในโครงงานที่นักเรียนจัดทำขึ้นได้

6. Service and Expand คือ การเผยแพร่ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการทำโครงงานต่อสังคมชุมชน และการต่อยอดนวัตกรรม โดยการเพิ่มเติมแนวคิดอื่น ๆ ให้ชิ้นงานสามารถทำงานได้สมบูรณ์ขึ้นสู่การเป็นนวัตกรของนักเรียนในขั้นตอนนี้ ครูจะได้มีโอกาสสังเกต ทำความรู้จักและเข้าใจนักเรียนเป็นรายบุคคล ได้เรียนรู้หรือฝึกทำหน้าที่ผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ให้แก่นักเรียน

เกตุธัช กัญจนชุมาบุรพ (2564) ซึ่งได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย กำหนดประเด็นปัญหาเป็นขั้นการเริ่มต้นโครงงาน การกำหนดปัญหาหัวข้อหรือประเด็นที่น่าสนใจในการทำโครงงาน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระเพื่อค้นหา และก าหนดหัวข้อโครงงานที่ตนสนใจ

1.1 ผู้สอนและนักเรียนใช้เวลาในการอภิปรายเพื่อค้นหาหัวข้อ หรือประเด็นที่น่าสนใจในการทำโครงงาน

1.2 นักเรียนร่วมกันระดมสมองเพื่อกำหนดปัญหา หรือประเด็นที่สนใจที่จะทำโครงงานโดยประเด็นที่จะร่วมกันระดมสมอง คือ ศึกษาเรื่องอะไร ทำไมถึงต้องศึกษาเรื่องดังกล่าว และเรื่องดังกล่าวนั้นมีประโยชน์อย่างไร

2. ขั้นศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเป็นขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงงานที่นักเรียนเลือกที่จะศึกษา รวมไปถึงการขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ

3. ขั้นการเขียนเค้าโครงของโครงการเป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันวางแผนการเขียนร่างโครงการขั้นตอนการดำเนินการเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพรวมของการดำเนินการ และนำไปเป็นแนวทางในการทำโครงการต่อไป

4. ขั้นเขียนโครงงานและนำเสนอผู้สอนเป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันระดมสมองเพื่อวางแผนการดำเนินโครงการและเขียนโครงงานเมื่อได้โครงงานแล้วนำเสนอแผนการดำเนินงานโครงงานให้ผู้สอนทราบ

5. ขั้นดำเนินโครงงาน เป็นขั้นการดำเนินโครงงานตามแผนการดำเนินงานโครงงานที่กำหนดไว้นักเรียนลงมือปฏิบัติโครงงานตามแผนการดำเนินงานและมีการนัดหมายกับสมาชิกในกลุ่มเป็นระยะๆ เพื่อนำเสนอความก้าวหน้าในการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนที่ได้ทำเรียบร้อยรวมไปถึงการแลกเปลี่ยนความคิดถึงอุปสรรคและปัญหาที่พบระหว่างการดำเนินงานเพื่อหาแนวทางการแก้ไขเพื่อดำเนินงานในขั้นต่อไป

6. ขั้นนำเสนอผลงานเป็นขั้นตอนการสรุปผลการดำเนินโครงงานและจัดเตรียมการนำเสนอโครงงาน เพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบถึงผลการดำเนินโครงงาน ซึ่งการเขียนรายงานสรุปผลการดำเนินโครงงานต้อง ครอบคลุมประเด็นสำคัญของโครงงาน

6.1 การนำเสนอโครงงานต้องนำเสนอให้มีความน่าสนใจ มีการจัดลำดับความคิดอย่างเป็นระบบนำเสนอด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย

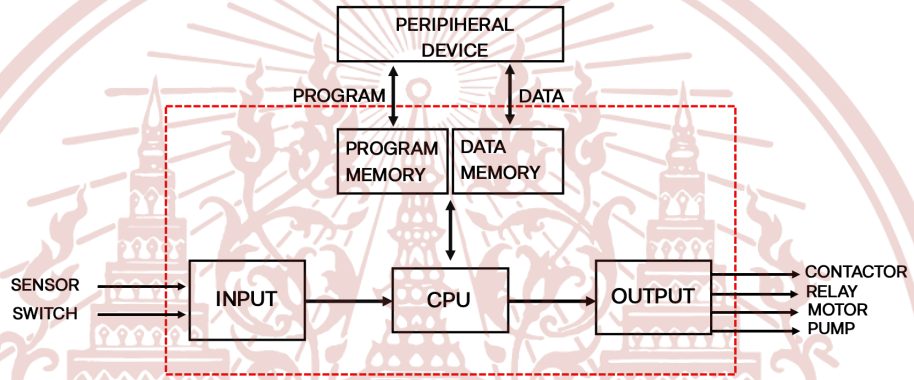
7. ขั้นการวัดและประเมินผลการประเมินผลโครงงานโดยใช้เกณฑ์การประเมินโครงงานแบบรูบริค มีรูปแบบการประเมินโดยเพื่อนและการประเมินตนเองนอกจากนี้นักเรียนจะได้รับข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นตอนจากผู้สอน

จากแนวทางจากนักวิชาการที่ได้นำเสนอการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นกำหนดประเด็นปัญหาที่สนใจในการศึกษา 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนดำเนินการ 3) ขั้นลงมือปฏิบัติการตามแผน 4) ขั้นการเขียนรายงาน 5) ขั้นนำเสนอผลงาน

2.4 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)

2.4.1 ความหมายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)

พีแอลซี (PLC) เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม พีแอลซี (PLC) ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรมพีแอลซี (PLC) ขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมดของ พีแอลซี (PLC) จะรวมเป็นเครื่องเดียวกันแต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยได้ดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 โครงสร้างภายในของพีแอลซี (PLC)

โครงสร้างภายในของพีแอลซี (PLC) สามารถอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบแต่ละส่วนได้ดังนี้

2.4.2 ส่วนประกอบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)

1) ตัวประมวลผล (CPU)

ตัวประมวลผล (CPU) ทำหน้าที่หลักในการคำนวณและควบคุมการทำงานของพีแอลซี กล่าวคือทำหน้าที่เปรียบเสมือนสมองของพีแอลซี (PLC) ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโพรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเคว้นเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้แลดเดอร์ ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ได้ซึ่งตัวประมวลผล (CPU) จะรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆจากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำหลังจากนั้น จะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

2) หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงานของ PLC โดย PLC จะนำโปรแกรมในหน่วยความจำมาประมวลผลในการทำงาน หน่วยความจำของ PLC แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

1) หน่วยความจำชั่วคราว (Random Access Memory : RAM) เป็นหน่วยความจำพื้นฐาน ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ปฏิบัติงานของ PLC คุณสมบัติของหน่วยความจำแบบนี้ต้องมีไฟเลี้ยงเพื่อป้องกันข้อมูลไม่ให้สูญหาย ดังนั้นใน PLC จะมีแบตเตอรี่สำรอง (Battery Backup) ไว้สำหรับกรณีที่ไฟเลี้ยงหลักไม่จ่ายให้กับ PLC เพื่อป้องกันข้อมูลไม่ให้สูญหาย เหมาะสำหรับการทดลองเขียนโปรแกรม PLC ที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2) หน่วยความจำถาวร (Read Only Memory : ROM) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ปฏิบัติงานของ PLC คุณสมบัติของหน่วยความจำแบบนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ไฟเลี้ยงข้อมูล หน่วยความจำแบบถาวร แบ่งออกได้ 2 ชนิด ดังนี้

(1) EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต หรือใช้ความร้อน มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการเขียนโปรแกรมที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงบ่อยๆ

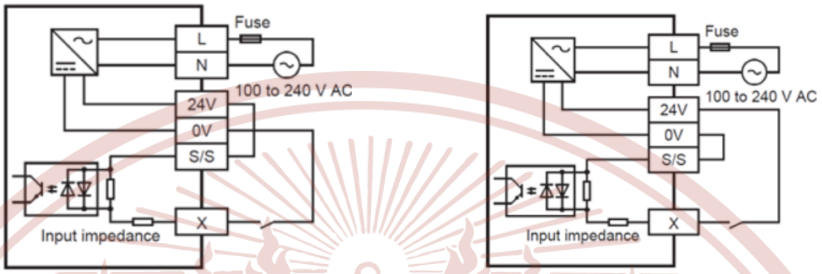
(2) EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่ถูกพัฒนาจากข้อเสียของแรม (RAM) และ EPROM ให้มีขีดความสามารถที่ดีขึ้น สามารถเขียนและอ่านข้อมูลโดยใช้ไฟฟ้า ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรมและลบโปรแกรม ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ เป็นหน่วยความจำที่รวมคุณสมบัติที่ดีของหน่วยความจำแรม (RAM) และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาหน่วยความจำ EEPROM ทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้เหมือนฮาร์ดดิสก์คือ สามารถเขียนและลบข้อมูลได้ตามความต้องการ หน่วยความจำชนิดนี้มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา พกพาสะดวก เช่น คอมแพ็กต์แฟลช (Compact Flash) ซึ่งเครื่อง PLC รุ่นใหม่ จะมีช่องสำหรับเสียบหน่วยความจำประเภทเอสดีการ์ด (SD Card), แฟลชเม็มโมรี่ (Flash Memory) สำหรับบันทึกข้อมูลไว้ให้สามารถถอดและเคลื่อนย้ายได้โดยได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นสูงมากเพราะสามารถเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ได้

3) หน่วยอินพุต (Input Unit)

หน่วยอินพุตจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นสวิตช์ (Switch) หรือเซ็นเซอร์ (Sensor) แล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสม ก่อนส่งเข้าไปที่หน่วยประมวลผล (CPU) หน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ อินพุตแบบดิจิทัลและอินพุตแบบแอนะลอก

(1) อินพุตแบบดิจิทัล (Digital Input) หมายถึง อินพุตที่รับสัญญาณ ที่มีสภาวะการทำงานเพียง 2 สภาวะ คือ สภาวะทำงาน (ON) หรือ “1” และสภาวะหยุดทำงาน (OFF)

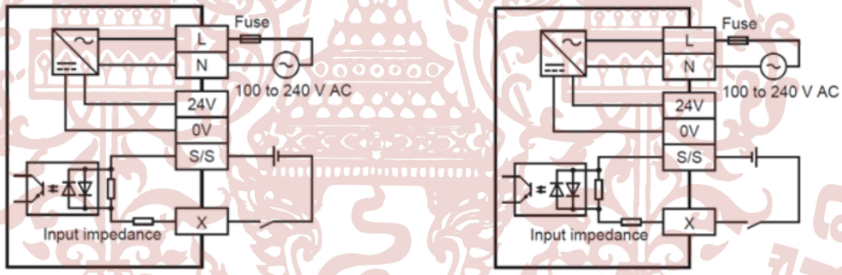
หรือ “0” หลักการต่อสายของวงจรอินพุตแบบดิจิทัล มี 2 แบบ คือการต่อแบบ SINK และแบบ SOURCE มีลักษณะการต่อสายดังภาพที่ 2-6 และ ภาพที่ 2-7



(ก) การต่ออินพุตแบบ SINK (ข) การต่ออินพุตแบบ SOURCE

ภาพที่ 2-6 ไดอะแกรมการต่อสายของวงจรภาคอินพุตแบบดิจิตอล (แหล่งจ่ายภายในตัวเครื่อง)

(ที่มา : จิรพัฒน์ ลิ่งทอง, 2567)

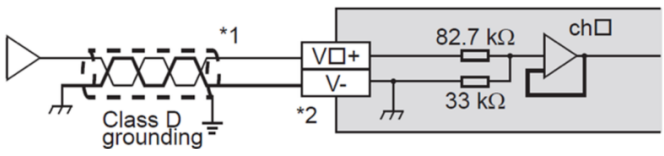


(ก) การต่ออินพุตแบบ SINK (ข) การต่ออินพุตแบบ SOURCE

ภาพที่ 2-7 ไดอะแกรมการต่อสายของวงจรภาคอินพุตแบบดิจิตอล (แหล่งจ่ายภายนอก)

(ที่มา : จิรพัฒน์ ลิ่งทอง, 2567)

(2) หน่วยอินพุตแบบแอนะลอก (Analog Input) หมายถึง อินพุตที่รับสัญญาณ ที่มีลักษณะสัญญาณเป็นสัญญาณต่อเนื่อง ซึ่งบอกเป็นปริมาณที่เปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น สัญญาณแรงดัน 0 – 10 VDC, 1 –VDC, สัญญาณกระแส 4 – 20 mA เป็นต้นดังภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-8 ไดอะแกรมการต่อสายของวงจรภาคอินพุตแบบแอนะลอก

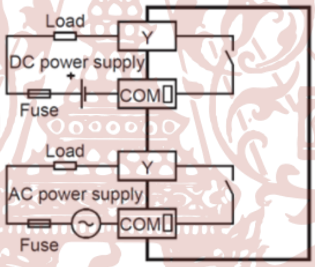
(ที่มา : จิรพัฒน์ ลิ่งทอง, 2567)

4. หน่วยเอาต์พุต (Output Unit)

หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตภายนอกเช่น รีเลย์ มอเตอร์ โซลิ นอยด์วาล์ว เป็นต้น หน่วยเอาต์พุตของ PLC มีอยู่ 2 ประเภทคือ เอาต์พุตแบบดิจิทัลและเอาต์พุตแบบแอนะลอก

1) เอาต์พุตแบบดิจิทัล (Digital Output) เปนเอาต์พุตที่ให้สัญญาณเป็นสัญญาณ On-Off แบ่งตามชนิดของอุปกรณ์ที่นำมาผลิตเป็นเอาต์พุตได้ 2 ชนิดดังนี้

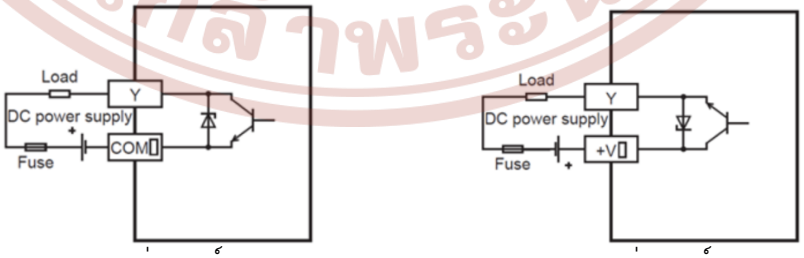
ก) เอาต์พุตชนิดรีเลย์ (Relay Output) เป็นเอาต์พุตชนิดที่นิยมในการใช้งาน เนื่องจากสามารถนำไปขับโหลดทั้งที่เป็นโหลด AC หรือโหลด DC โดยปกติเอาต์พุตชนิดรีเลย์ สามารถทนกระแสใช้งานปกติได้ประมาณ 2 A ในกรณีที่โหลดใช้งานมีกระแสสูงมากกว่า 2 A ไม่ควรนำเอาต์พุตชนิดรีเลย์ไปต่อกับโหลดนั้น ๆ โดยตรงควรต่อผ่านรีเลย์ภายนอกที่สามารถทนกระแสได้สูงมากกว่าหลักการต่อสายของวงจรเอาต์พุตชนิดรีเลย์มีลักษณะดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-9 ไดอะแกรมการต่อสายของวงจรภาคเอาต์พุตชนิดรีเลย์

(ที่มา : จิรพัฒน์ ลิ่งทอง, 2567)

ข) เอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์ (Transistor Output) ใช้กับไฟ DC 24 V เปนเอาต์พุตที่เหมาะใช้งานกับโหลดที่ต้องการความเร็วในการตัดต่อวงจรสูงๆ เช่น Stepping Motor , Servo Motor หลักการต่อสาย ของวงจรเอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์ มี 2 แบบ คือการต่อเอาต์พุตแบบ SINK และแบบ SOURCE มีลักษณะการต่อสายดังภาพที่ 2-9

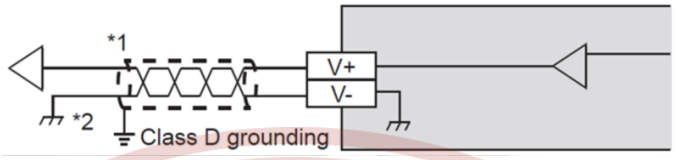


(ก) การต่อเอาต์พุตแบบ SINK (ข) การต่อเอาต์พุตแบบ SOURCE

ภาพที่ 2-10 ไดอะแกรมการต่อสายของวงจรภาคเอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์

(ที่มา : จิรพัฒน์ ลิ่งทอง, 2567)

2) เอาต์พุตแบบแอนะลอก (Analog Output) เปนเอาต์พุตที่ส่งสัญญาณที่มีลักษณะสัญญาณเป็นสัญญาณต่อเนื่อง ซึ่งบอกเป็นปริมาณที่เปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น สัญญาณแรงดัน 0–10 VDC , 1 – 5 VDC , สัญญาณกระแส 4–20 mA ดังภาพที่ 2-10



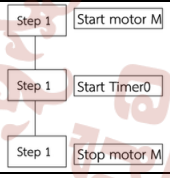
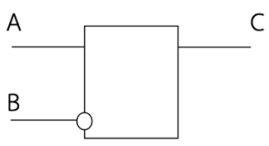
ภาพที่ 2-11 ไดอะแกรมการต่อสายของวงจรภาคเอาต์พุตแบบแอนะลอก

(ที่มา : จิรพัฒน์ ลิ่งทอง, 2567)

2.4.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน IEC1131 – 3 แบ่งออกเป็น 5 ภาษา คือ Sequence Flow Chart (SFC), Instruction List (IL), Ladder Diagram (LD), Structured Text (ST) และ Function Block Diagram (FBD) โดยแต่ละภาษาจะมีข้อแตกต่างกันออกไป

ตารางที่ 2-1 ลักษณะของภาษาใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC

ภาษา	ลักษณะของภาษา	ตัวอย่าง
SFC	เป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานแบบ Sequence เขียนโปรแกรมแบบ Sequence ที่ซับซ้อนได้ดีกว่าแบบอื่น ๆ	
IL	เป็นภาษาที่เขียนอยู่ในภาพของข้อความและมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine Code)	LD A AND NOT B OUT C
LD	เป็นภาษาที่นิยมใช้ในงานมากที่สุด มีลักษณะคล้ายวงจรรีเลย์ในงานควบคุมคือการนำหน้าสัมผัสหรืออุปกรณ์ต่างๆ	A B C --| |----|/|----------( )---
ST	เขียนเหมือนภาษาคอมพิวเตอร์หลายภาษารวมกัน เช่น คำ สั่ง IF , ELSE , TRUE , FALSE และ ENDIF เปนต้น เหมาะกับการเขียนโปรแกรมแบบคำนวณไม่เหมาะกับงาน Sequence Control	C := A AND NOT B
FBD	เขียนเหมือนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีลักษณะเป็นบล็อกคำสั่ง	

จากภาษาที่สามารถใช้ในการเขียนโปรแกรมทั้ง 5 รูปแบบผู้วิจัยเลือกใช้การเขียนโปรแกรมรูปแบบ Ladder Diagram (LD)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุญเกิด สนธิพันธ์ (2565) พัฒนาชุดฝึกการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักเรียนระดับอาชีวศึกษางานวิจัยนี้เป็นวิจัยแบบกึ่งทดลอง เพื่อพัฒนาชุดฝึกการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ประเมินทักษะปฏิบัติของนักเรียนด้วยการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาช่างควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ระดับ 1 กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน และศึกษาการยอมรับการใช้เทคโนโลยีโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดฝึกการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์พร้อมใบปฏิบัติงาน แบบประเมินคุณภาพจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินการปฏิบัติงานตามมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาช่างควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ระดับ 1 และแบบสอบถามการยอมรับการใช้เทคโนโลยี โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับอาชีวศึกษา ปวช.3 จำนวน 17 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี (ค่าเฉลี่ย 4.01) เมื่อนำชุดฝึกไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกมีผลการประเมินทักษะปฏิบัติผ่านตามเกณฑ์ทุกคน โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับร้อยละ 83.24 เมื่อทำการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาช่างควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ระดับ 1 พบว่านักเรียนผ่านเกณฑ์การทดสอบจำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 82 นอกจากนี้ พบว่านักเรียนมีการยอมรับการใช้เทคโนโลยีโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.74)

ชลดา ปานสง และคณะ (2565) พัฒนาชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะ เรื่อง การติดตั้งและเขียนโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม ตามมาตรฐาน Thai-Meister มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะ เรื่อง การติดตั้งและเขียนโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม ตามมาตรฐานของ Thai-Meister เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะ และหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 10 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการฝึกอบรม 2) คู่มือฝึกอบรม 3) สื่อและวัสดุช่วยสอน ซึ่งประกอบด้วย ใบความรู้ ใบงาน ชุดฝึกปฏิบัติการ โปรแกรมจำลองการทำงาน สื่อนำเสนอออนไลน์ 4) แบบทดสอบภาคทฤษฎี 5) แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน 6) แบบประเมิน

คุณภาพชุดฝึกอบรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การหาค่าความสอดคล้อง (IOC) และการหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม โดยใช้สูตร E1/E2 ผลวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะ เรื่อง การติดตั้งและเขียนโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม ตามมาตรฐาน Thai-Meister มีคุณภาพด้านเนื้อหาในภาพรวม อยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย 4.16)

พงษ์ดนัย จิตตวิสุทธิกุล และคณะ (2567) พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีระบบช่วยเหลืออัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพในการปฏิบัติงานสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีระบบช่วยเหลืออัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพในการปฏิบัติงานสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้ฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้น เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้น เพื่อ ศึกษาผลการฝึกปฏิบัติงานของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้น และ เพื่อศึกษาคุณภาพโครงงานที่ผู้เรียนจัดทำขึ้นหลังจากเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีจับสลากห้องเรียนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการสอนฐานสมรรถนะ บทเรียนออนไลน์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินผลการปฏิบัติงานตามสมรรถนะ แบบประเมินคุณภาพโครงงาน การทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีระบบช่วยเหลืออัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพในการปฏิบัติงานสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก 2) ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้ฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 83.71/81.29 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลการฝึกปฏิบัติงานของผู้เรียนผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวนร้อยละ 85 ของผู้เรียนทั้งหมด และ 5) คุณภาพโครงงานของผู้เรียนในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

สาวธัญพร ถานะ (2563) พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพแบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PJBL) ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น จำนวน 20 คน ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น โดยใช้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รวม 12 ชั่วโมงเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ซึ่งเน้นการลงมือปฏิบัติจริงในเรื่องการควบคุมแอลอีดี (LED), การควบคุมตัวแสดงผล LED 7-segment และการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีการวัดผลผ่าน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ และแบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่า t-test แบบ Dependent Samplesผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานประสบความสำเร็จในทุกด้าน โดยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับด้านความพึงพอใจ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้นี้ในระดับ "มาก" โดยจุดเด่นที่นักเรียนให้ความสำคัญมากที่สุดคือ การที่ได้สร้างองค์ความรู้และทำความเข้าใจด้วยตนเอง มีโอกาสตัดสินใจโดยใช้เหตุผล และกล้าแสดงความคิดเห็น (ค่าเฉลี่ย 4.57) รองลงมาคือบรรยากาศการเรียนที่ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความรู้และการมีส่วนร่วม (ค่าเฉลี่ย 4.54) และสุดท้ายคือความรู้สึกเป็นอิสระในการปฏิบัติกิจกรรม (ค่าเฉลี่ย 4.27) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการเรียนรูปแบบนี้ช่วยส่งเสริมทั้งทักษะวิชาการและทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เกตุธัช กัญจนชุมาบุรพ (2564) พัฒนาการเรียนรู้ฐานสมรรถนะตามแนวคิดการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสุขศึกษาและทักษะการรู้ดิจิทัลของนักเรียนมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการรู้ดิจิทัลหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วิธีดำเนินการวิจัยกลุ่มตัวอย่างใช้การสุ่มอย่างง่ายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะตามแนวคิดการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ 30 คน กลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้สุขศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะตามแนวคิดการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ จำนวน 8 แผน มีค่าดัชนีความสอดคล้องรวม 0.70 และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ เจตคติ การปฏิบัติ และทักษะการรู้ดิจิทัล มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.87, 0.95, 0.96, และ 0.98 มีค่าความเที่ยง0.89, 0.82, 0.89 และ 0.85 ระยะเวลาในการวิจัย 8 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนด้วยค่าที ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ เจตคติ การปฏิบัติและทักษะการรู้ดิจิทัลของกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ เจตคติ การปฏิบัติ และทักษะการรู้ดิจิทัลหลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

พรศิริ สังข์ทอง (2561) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 6 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ

โครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 6 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการทำงานเป็นทีมภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์กับเกณฑ์ 4) เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ และ 5) เพื่อประเมินโครงงานของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ บทเรียนออนไลน์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม แบบสอบถามความพึงพอใจและแบบประเมินโครงงาน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนภาชี “สุนทรวิทยานุกูล” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 39 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบที กรณีกลุ่มตัวอย่างเดียว และการทดสอบที กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระกัน ทั้งนี้ทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ มีประสิทธิภาพ 82.02/81.67 เป็นไปตามเกณฑ์ 2) นักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 3) นักเรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดและ 5) ผลการประเมินโครงงานของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์อยู่ในระดับดีถึงดีมาก

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

3.2 กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 การสร้างเครื่องมือและประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 วิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.1 การศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา มีดังนี้

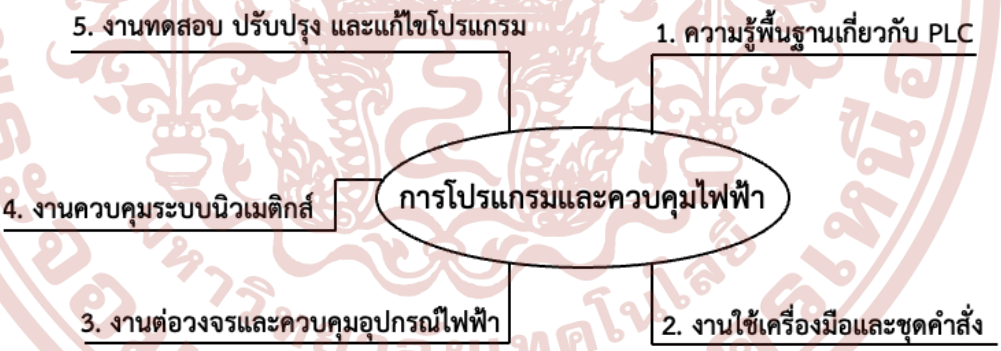
3.1.1 ศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านการลงมือปฏิบัติ เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยเฉพาะการส่งเสริมสมรรถนะในด้านที่ผู้เรียนสนใจ โดยผ่านกระบวนการคิด วางแผน และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาจากผู้เรียนเอง ซึ่งมีเทคนิคและวิธีการจัดการเรียนรู้อยู่หลายรูปแบบที่นิยมใช้ เช่น การจัดการเรียนรู้โครงงานประเภทสำรวจ โครงงานปรพเภทการทดลอง โครงงานประเภทประดิษฐ์ และโครงงานประเภทสร้างทฤษฎี เป็นต้น โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นรูปแบบประเภทประดิษฐ์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนในระดับ ปวช. เน้นการเรียนรู้เพื่อนำไปประกอบอาชีพซึ่งการสร้างชิ้นงานผ่านกระบวนการการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนได้ ศึกษาหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจ ฝึกทำงานวางแผนงาน คิดวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่จำกัด โดยทำงานร่วมกันเป็นทีม และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ช่วยเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในหน่วยการเรียนนั้น ๆ และส่งเสริมกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบให้ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

3.1.2 ศึกษาเอกสาร วารสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีชุดฝึกฐานสมรรถนะ โดยจากการค้นคว้าสรุปได้ว่าชุดฝึกฐานสมรรถนะเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ผู้สอนพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาในหลักสูตร เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเองตามขั้นตอน คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และมุ่ง

พัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียน โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก

3.1.3 ศึกษาหลักสูตรรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ได้กำหนดคำอธิบายรายวิชาไว้ดังนี้ ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้าง ส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คำสั่งการป้อนข้อมูล งานต่อวงจรการใช้งานควบคุมมอเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ งานต่อวงจรควบคุมระบบนิวเมติกส์ งานแก้ไขและปรับปรุงโปรแกรมป้อนข้อมูล

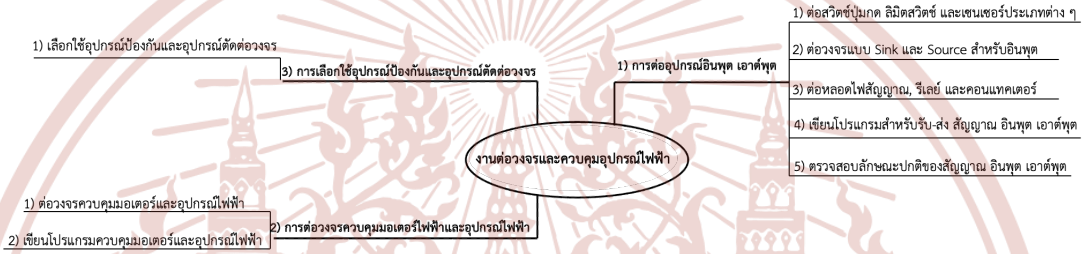
3.1.4 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา ผู้วิจัยศึกษาจากคำอธิบายรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สามารถวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ตามสมรรถนะงาน สามารถแยกเป็นงานหลัก (Main Tasks) ได้ 5 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC 2) งานใช้เครื่องมือและชุดคำสั่ง 3) งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 4) งานควบคุมระบบนิวเมติกส์ 5) งานทดสอบ ปรับปรุง และแก้ไขโปรแกรม แสดงดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ผังแสดงการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกหน่วยที่ 3 งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ในหัวข้อเรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต มาพัฒนาเป็นชุดฝึกฐานสมรรถนะ เนื่องจากทักษะการต่อสายและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุตนั้น เป็นทักษะที่จำเป็นในการประกอบวงจร PLC และสอดคล้องกับข้อกำหนดมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาช่างควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และจากการสังเกตผู้เรียนที่เรียนในรายวิชาโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) และสอบถามผู้สอนในรายวิชาการโปรแกรมและ

ควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถต่อสายอุปกรณ์ อินพุต เอาต์พุตเชื่อมต่อไปยัง PLC เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องดังกล่าวค่อยข้างต่ำ สำหรับหน่วยที่ 3 งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้านี้ได้แบ่งเป็นเรื่องย่อยหรืองานย่อย (Sub-tasks) ไว้ดังนี้ 1) การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต 2) การตรวจสอบสัญญาณ I/O 3) การต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า 4) การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันและอุปกรณ์ตัดต่อวงจร ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 ผังแสดงการแบ่งหน่วยการเรียน

จากภาพที่ 3-2 เมื่อได้หน่วยการเรียน และหัวข้อเรื่องงานย่อย โดยผ่านการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาและการแบ่งหน่วยตามสมรรถนะย่อยแล้ว ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือสมรรถนะย่อย ซึ่งเป็นพฤติกรรมหรือสมรรถนะที่ผู้เรียนจะแสดงออกมาเมื่อผ่านกระบวนการเรียนรู้ในหัวข้อต่าง ๆ และนำเป็นออกแบบแผนการสอนฐานสมรรถนะโดยบูรณาการการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อไป

3.1.5 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อนำข้อมูลและคำแนะนำมาปรับแก้ให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และปรับแก้แล้วนั้นไปออกแบบการสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย เพื่อพัฒนาชุดฝึก และวางแผนการในการดำเนินการต่อไปอย่างเหมาะสม

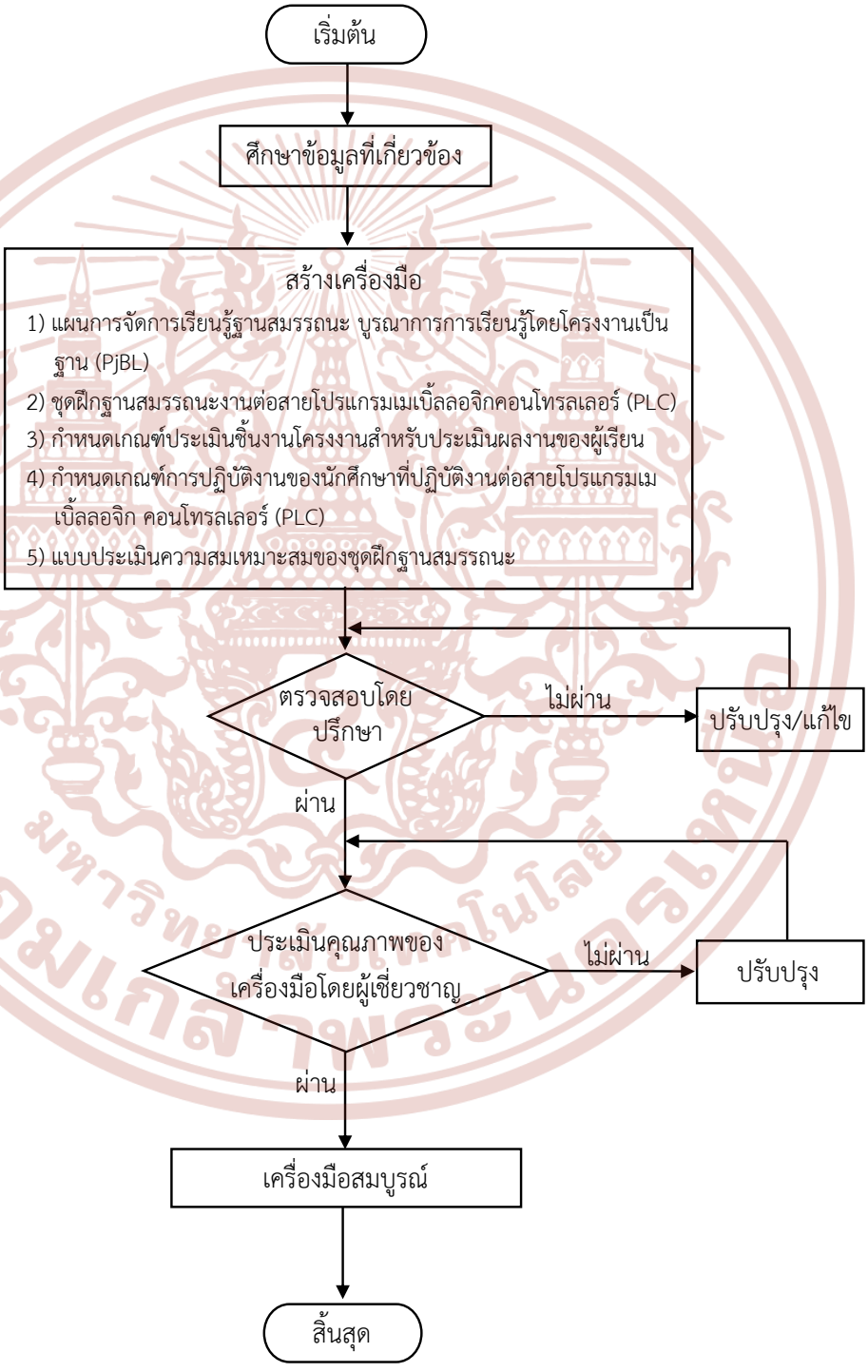
3.2 กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียน แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ที่เรียนในรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) ปีการศึกษา 2568 ระดับชั้น ปวช.3 ห้อง 1 กลุ่ม 1 จำนวนนักเรียน 19 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

3.3 การสร้างเครื่องมือและประเมินคุณภาพจองเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีขั้นตอนการสร้างประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จากภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จะเริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลเอกสารตำรา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ แล้วนำข้อมูลมาออกแบบแผนการเรียนรู้ฐานสมรรถนะโดยบูรณาการการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐาน เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แล้วนำเครื่องมือที่ได้สร้างขึ้นตรวจสอบโดนอาจารย์ที่ปรึกษา และปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมการวัตถุประสงค์การวิจัย แล้วจึงนำไปผ่านกระบวนการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ ปรับแก้และนำเครื่องมือที่ได้รับการประเมินครบถ้วนแล้วไปใช้งานต่อไป

3.3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ศึกษา รวบรวมข้อมูลจากเอกสารการสอน หนังสือบทความวิชาการ งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และรวบรวมข้อมูลจากอาจารย์ผู้สอน เพื่อสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.2 การสร้างเครื่องมือ

โดยการสร้างเครื่องมือจะแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ บูรณาการการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐาน (PjBL) 2) ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) 3) แบบประเมินความสมเหมาะสมของชุดฝึกฐานสมรรถนะ 4) แบบประเมินชิ้นงานโครงงานสำหรับประเมินผลงานของผู้เรียน 5) กำหนดเกณฑ์การปฏิบัติงานของนักศึกษาที่ปฏิบัติงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC)

3.3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะบูรณาการการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐาน (PjBL) จากการวิเคราะห์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยได้เลือกจัดทำแผนในหน่วยที่ 3 งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต จำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้ ในเวลา 5 สัปดาห์ ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน

หน่วย	ชื่อหน่วย/เรื่อง	สมรรถนะประจำหน่วย/ปฏิบัติงาน	สัปดาห์ที่	ชั่วโมง
1	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC		1-2	8
2	งานใช้เครื่องมือและชุดคำสั่ง		3-7	20
3	งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต	**สมรรถนะประจำหน่วย** 1) ต่อสวิตช์ปุ่มกด ลิมิตสวิตช์ และเซ็นเซอร์ประเภทต่าง ๆ 2) ต่อวงจรแบบ Sink และ Source สำหรับอินพุต 3) ต่อหลอดไฟสัญญาณ, รีเลย์ และคอนแทคเตอร์ 4) เขียนโปรแกรมสำหรับรับ-ส่ง สัญญาณ อินพุต	8-11	16

ตารางที่ 3-1 แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (ต่อ)

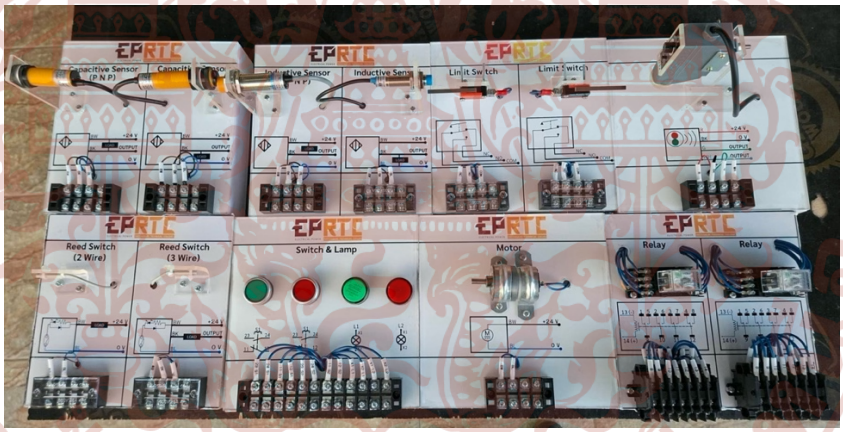
หน่วย	ชื่อหน่วย/เรื่อง	สมรรถนะประจำหน่วย/ปฏิบัติงาน	สัปดาห์ที่	ชั่วโมง
3	งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต	4) เขียนโปรแกรมสำหรับรับ-ส่ง สัญญาณ อินพุต เอาต์พุต 5) ตรวจสอบลักษณะปกติของสัญญาณ อินพุต เอาต์พุต **การปฏิบัติงาน** **ขั้นที่ 1** ขั้นกำหนดประเด็นปัญหาที่สนใจในการศึกษา ผู้เรียนจับกลุ่ม 4-5 คนต่อกลุ่มร่วมกันสืบค้นประเด็นที่ผู้เรียนสนใน ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ควบคุมอุปกรณ์อินพุต และเอาต์ ควบคุมการคัดแยกวัตถุ ตามลักษณะของวัตถุ เช่น สี ชนิด ของวัตถุ **ขั้นที่ 2** ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนดำเนินการ ผู้เรียนกำหนดจุดประสงค์ ตั้งสมมติฐาน และกำหนดวิธีการศึกษา และเก็บข้อมูล โดยคิดทบทวน ไตร่ตรอง หาเหตุผลประกอบการตัดสินใจ และเขียนเค้าโครงของโครงงานตามแบบฟอร์มที่กำหนด **ขั้นที่ 3** ขั้นลงมือปฏิบัติการตามแผน ผู้เรียนช่วยกันลงมือสร้าง/พัฒนา/ประดิษฐ์ หรือแก้ปัญหาตามที่ได้กำหนดไว้ดำเนินการเป็นขั้นตอน **ขั้นที่ 4** ขั้นการเขียนรายงาน ผู้เรียนช่วยกันเรียบเรียงเขียนเป็นรายงานในการศึกษา/การพัฒนา/สร้าง ในประเด็นที่ผู้เรียนได้กำหนดไว้ ในรูปแบบรายงาน **ขั้นที่ 5** ขั้นนำเสนอผลงาน ผู้เรียนศึกษาวิธีการนำเสนอที่หลากหลาย เลือกวิธีที่เหมาะสม และเตรียมการนำเสนอผลที่ได้จากการทำโครงงานทั้งกระบวนการศึกษาและผลที่ได้จากการศึกษา	8 8 9-10 10 11	2 2 8 4 4
4	งานควบคุมระบบนิวเมติกส์		12-15	16
5	งานทดสอบ ปรับปรุง และแก้ไขโปรแกรม		16-17	8

จากตารางที่ 3-1 ผู้วิจัยได้บูรณาการการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานซึ่งมีขั้นตอน 5 ขั้นและได้บูรณาการแต่ละขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เวลาในการดำเนินการ 4 สัปดาห์ครบทุกขั้นตอน ซึ่งจะจัดการเรียนรู้ควบคู่ไปกับการเรียนเนื้อหาปกติของแต่ละสัปดาห์

3.3.2.2 พัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์อินพุต 6 ชุด และอุปกรณ์เอาต์พุต 3 ชุด ดังนี้ภาพที่ 3-4 ซึ่งดังกล่าว ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจากของเดิมที่มีอยู่ให้เหมาะสมและรองรับกับการเรียนการสอนในเรื่องงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ผู้วิจัยได้เพิ่มสัญลักษณ์ของอุปกรณ์แต่ละชนิด และได้เชื่อมสายของอุปกรณ์แต่ละตัวเข้ากับจุดต่อสาย และนำชุดฝึกไปใช้ประกอบการรเยนการสอนและเก็บผลจากผู้เรียนโดยมีรายละเอียดดังนี้

ก) อุปกรณ์อินพุตประกอบด้วย 1) ชุดคาปาซิทิฟเซ็นเซอร์ ชนิด NPN และ PNP 2) ชุดอินดักทีฟเซ็นเซอร์ ชนิด NPN และ PNP 3) ชุดสวิตช์ปุ่มกด (Button switch) 4) ชุดลิมิตสวิตช์ (Limit switch) 5) ชุดสวิตช์แม่เหล็ก (reed switch) 6) ชุดเซ็นเซอร์ตรวจจับสี

ข) อุปกรณ์เอาต์พุตประกอบด้วย 1) ชุดหลอดสัญญาณ 2) ชุดมอเตอร์ DC 3) รีเลย์ไฟฟ้า



ภาพที่ 3-4 ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)

3.3.2.2 สร้างประเมินชิ้นงานโครงงานสำหรับประเมินผลงานของผู้เรียน ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การประเมินชิ้นงานโครงงานสำหรับประเมินผลงานของผู้เรียนไว้ออกเป็น 2 ส่วน

1) เกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ขั้นตอนที่ 1-3

2) เกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ขั้นตอนที่ 4-5

ครอบคุมขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้นตอนโดยผู้วิจัยมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนผู้เรียนในรูปแบบรูบิคสกอร์ พิจารณาจากแต่ละขั้นตอนของ PjBL แสดงดังตารางที่ 3-2 และตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-2 เกณฑ์คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ขั้นตอนที่ 1-3

รายละเอียดการให้คะแนน	**คะแนน : 4 ดีเยี่ยม**	**คะแนน : 3 ดี**	**คะแนน : 2 พอใช้**	**คะแนน : 1 ปรับปรุง**	**คะแนน**
ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดประเด็นปัญหา					
การเลือกประเด็นปัญหา	ประเด็นชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหามีความน่าสนใจและเป็นไปได้	ประเด็นค่อนข้างชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา	ประเด็นกว้างหรือยังไม่ชัดเจน	ประเด็นไม่ชัดเจนไม่สอดคล้องกับเนื้อหา	
การสืบค้นข้อมูล	สืบค้นจากหลายแหล่ง มีความน่าเชื่อถือ อธิบายเหตุผลได้	สืบค้นจากแหล่งข้อมูลพอสมควร	สืบค้นข้อมูลจำกัด	ขาดการสืบค้นหรือข้อมูลไม่ถูกต้อง	
ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนดำเนินการ					
การกำหนดจุดประสงค์	จุดประสงค์ชัดเจน วัดผลได้ สอดคล้องกับปัญหา	จุดประสงค์ชัดเจนแต่ยังไม่ครบถ้วน	จุดประสงค์คลุมเครือ	ไม่สามารถระบุจุดประสงค์ได้	
วิธีการศึกษาและเก็บข้อมูล	วิธีการชัดเจน เป็นขั้นตอน เหมาะสม	วิธีการค่อนข้างชัดเจน	วิธีการยังไม่เป็นระบบ	ไม่มีการกำหนดวิธีการ	
การเขียนเค้าโครงโครงงาน	เขียนครบถ้วน ถูกต้องตามแบบฟอร์ม	เขียนเกือบครบ	เขียนไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถจัดทำเค้าโครงได้	
ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติการตามแผน					
การปฏิบัติตามแผน	ดำเนินงานครบทุกขั้นตอน ตามแผน	ดำเนินงานตามแผนเป็นส่วนใหญ่	ดำเนินงานบางขั้นตอน	ไม่เป็นไปตามแผน	
การสร้าง/พัฒนา/แก้ปัญหา	ชิ้นงานใช้งานได้จริง แก้ปัญหาได้ตรงประเด็น	ชิ้นงานใช้งานได้บางส่วน	ชิ้นงานยังมีข้อบกพร่อง	ไม่สามารถสร้างชิ้นงานได้	
การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า	สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติงานได้อย่างเหมาะสม	แก้ปัญหาได้แต่ยังต้องได้รับคำแนะนำ	แก้ปัญหาได้บางกรณี	ไม่สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้	
การประยุกต์ใช้ความรู้จากวิชาอื่น	สามารถบูรณาการความรู้จากหลายวิชาได้อย่างเหมาะสม	ประยุกต์ใช้ความรู้จากวิชาอื่นได้บางส่วน	การประยุกต์ใช้ยังไม่ชัดเจน	ไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากวิชาอื่นได้	
การทำงานเป็นทีม	ร่วมมือดีมาก แบ่งหน้าที่ชัดเจน	ร่วมมือกันพอสมควร	ร่วมมือกันน้อย	ขาดการทำงานเป็นทีม	

ตารางที่ 3-3 เกณฑ์คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ขั้นตอนที่ 4-5

รายละเอียดการให้คะแนน	คะแนน : 4 ดีเยี่ยม	คะแนน : 3 ดี	คะแนน : 2 พอใช้	คะแนน : 1 ปรับปรุง	คะแนน
ขั้นที่ 4 ขั้นการเขียนรายงาน					
เนื้อหาสาระของรายงาน	เนื้อหาครบถ้วน ครอบคลุมกระบวนการศึกษา/พัฒนา/สร้างทั้งหมด	เนื้อหาครบเกือบทั้งหมด	เนื้อหาขาดบางส่วน	เนื้อหาไม่ครบหรือไม่ตรงประเด็น	
การเรียบเรียงเนื้อหา	เรียบเรียงเป็นลำดับชัดเจน เข้าใจง่าย	เรียบเรียงค่อนข้างดี	ลำดับเนื้อหายังไม่ชัด	เรียบเรียงสับสน	
การใช้ภาษา	ใช้ภาษาถูกต้อง เป็นทางการ เหมาะสมกับรายงาน	มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย	มีข้อผิดพลาดหลายจุด	ใช้ภาษาไม่ถูกต้อง	
ความถูกต้องของข้อมูล	ข้อมูลถูกต้อง น่าเชื่อถือ อ้างอิงเหมาะสม	ข้อมูลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ข้อมูลบางส่วนคลาดเคลื่อน	ข้อมูลผิดพลาดชัดเจน	
ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลงาน					
เนื้อหาการนำเสนอ	นำเสนอเนื้อหาครบถ้วน ครอบคลุมวัตถุประสงค์ ระเบียบวิธีดำเนินงาน และผลการดำเนินงานอย่างเป็นระบบและชัดเจน	นำเสนอเนื้อหาครอบคลุมประเด็นหลักเป็นส่วนใหญ่	นำเสนอเนื้อหาไม่ครบถ้วน หรือขาดความต่อเนื่อง	เนื้อหาไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือขาดความชัดเจน	
บุคลิกภาพและการสื่อสารของผู้นำเสนอ	แสดงบุคลิกภาพที่เหมาะสม มั่นใจ ใช้ภาษาวิชาการ น้ำเสียงและท่าทางสอดคล้องกับการนำเสนอเชิงวิชาการ	บุคลิกภาพและการสื่อสารเหมาะสม มีข้อบกพร่องเล็กน้อย	การสื่อสารยังไม่ชัดเจน ขาดความมั่นใจ	บุคลิกภาพและการสื่อสารไม่เหมาะสมกับการนำเสนอเชิงวิชาการ	
สื่อที่ใช้ในการนำเสนอ	เลือกและออกแบบสื่อได้เหมาะสม สนับสนุนความเข้าใจเนื้อหาอย่างมีประสิทธิภาพ	สื่อเหมาะสมและช่วยอธิบายเนื้อหาได้	สื่อยังไม่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้งหมด	สื่อไม่เหมาะสมหรือขาดสื่อประกอบ	

ตารางที่ 3-3 เกณฑ์คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ขั้นตอนที่ 4-5 (ต่อ)

รายละเอียดการให้คะแนน	**คะแนน : 4 ดีเยี่ยม**	**คะแนน : 3 ดี**	**คะแนน : 2 พอใช้**	**คะแนน : 1 ปรับปรุง**	**คะแนน**
ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลงาน					
ชิ้นงานที่สร้างหรือพัฒนา	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ สามารถใช้งานได้จริง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงงาน	ชิ้นงานสามารถใช้งานได้ แต่ยังมีข้อจำกัดบางประการ	ชิ้นงานยังไม่สมบูรณ์ หรือใช้งานได้ไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถแสดงชิ้นงานหรือชิ้นงานไม่สามารถใช้งานได้	
ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างผลงาน	แสดงแนวคิดเชิงสร้างสรรค์หรือแนวทางใหม่ที่สามารถต่อยอดเชิงวิชาการหรือเชิงปฏิบัติได้	มีความคิดสร้างสรรค์ในบางส่วนของผลงาน	แนวคิดสร้างสรรค์ยังไม่เด่นชัด	ขาดความคิดสร้างสรรค์	
การเชื่อมโยงกับเนื้อหาและองค์ความรู้	สามารถเชื่อมโยงผลงานกับเนื้อหาในรายวิชาและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างเป็นระบบและชัดเจน	เชื่อมโยงกับเนื้อหาได้เป็นส่วนใหญ่	การเชื่อมโยงยังไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถเชื่อมโยงผลงานกับเนื้อหาได้	
การใช้เทคนิคหรือแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา	เลือกใช้เทคนิคหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีความแปลกใหม่	ใช้เทคนิคที่เหมาะสมตามแนวปฏิบัติมาตรฐาน	ใช้เพียงเทคนิคพื้นฐาน	ไม่สามารถอธิบายหรือเลือกใช้เทคนิคในการแก้ปัญหาได้	
การมีส่วนร่วมของสมาชิก	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมอย่างชัดเจนและเท่าเทียมในการนำเสนอ	สมาชิกส่วนใหญ่มีส่วนร่วม	สมาชิกมีส่วนร่วมเพียงบางคน	ขาดการมีส่วนร่วมของสมาชิก	

ระดับคุณภาพ	**ช่วงคะแนน**	**คำอธิบายระดับคุณภาพ**
ดีเยี่ยม	61 – 80 คะแนน	ดำเนินงานได้ครบถ้วน มีคุณภาพสูง แสดงถึงคิดสร้างสรรค์
ดี	41 – 60 คะแนน	ดำเนินงานได้ตามเกณฑ์ส่วนใหญ่ มีข้อบกพร่องเล็กน้อย
พอใช้	21 – 40 คะแนน	ดำเนินงานได้ตามเกณฑ์ขั้นต่ำ ยังมีข้อบกพร่องหลายประการ
ควรปรับปรุง	ต่ำกว่า 20 คะแนน	ดำเนินงานไม่ครบตามเกณฑ์ ขาดทักษะหรือความเข้าใจที่สำคัญ

3.3.2.3 สร้างเกณฑ์การปฏิบัติงานของนักศึกษาที่ปฏิบัติงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนในส่วนของการปฏิบัติงานของผู้เรียน โดยจะแบ่งเป็น 4 หัวข้อหลักตามขั้นตอนของการปฏิบัติงานของผู้เรียน 1) ขั้นการเตรียมอุปกรณ์ 2) ขั้นการตรวจสอบ 3) ขั้นปฏิบัติงาน 4) กิจนิสัยและเวลา ทั้ง 4 ส่วน คะแนนรวมกัน 50 คะแนน ตามตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 เกณฑ์การปฏิบัติงานของนักศึกษาที่ปฏิบัติงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)

รายการประเมิน	คะแนน	
	เต็ม	ที่ได้
1. ขั้นการเตรียมอุปกรณ์		
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้ครบถ้วนตามใบงาน	3	
2. เลือกใช้สายไฟเหมาะสมกับชนิดอินพุต–เอาต์พุต	2	
3. ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ก่อนใช้งาน	3	
4. จัดเตรียมอุปกรณ์เป็นระเบียบ พร้อมใช้งาน	2	
5. ปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยก่อนเริ่มงาน	2	
2. ขั้นการตรวจสอบ		
1. ตรวจสอบผังการต่อสาย (Wiring Diagram) ก่อนปฏิบัติงาน	3	
2. ตรวจสอบตำแหน่งขั้วอินพุต–เอาต์พุตให้ถูกต้อง	2	
3. ตรวจสอบแรงดันและชนิดสัญญาณให้ตรงกับอุปกรณ์	2	
4. ตรวจสอบความแน่นหนาและความถูกต้องของสายไฟ	3	
5. ตรวจสอบความเรียบร้อยของระบบก่อนจ่ายไฟและทดสอบ	1	
3. ขั้นปฏิบัติงาน		
1. ต่อสายอินพุต–เอาต์พุตได้ตรงตามผังวงจร	5	
2. ยึดสายเข้าขั้วต่อแน่นหนา ไม่หลวม	3	
3. แยกสายสัญญาณและสายกำลังได้ถูกต้อง	2	
4. ต่อสายได้เป็นระเบียบ สวยงาม และได้มาตรฐาน	2	
5. เขียนโปรแกรมได้ถูกต้องตามเงื่อนไข	3	
6. อัปโหลดโปรแกรมที่ออกแบบไปยัง PLC ได้ถูกต้อง	2	
7. ตรวจสอบสัญญาณตรงตามตาราง I/O ที่กำหนด	1	
8. อุกปกรณ์ทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไข	4	

ตารางที่ 3-4 เกณฑ์การปฏิบัติงานของนักศึกษาที่ปฏิบัติงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) (ต่อ)

4. กิจนิสัยและเวลา		
1. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจและรอบคอบ	1	
2. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงานอย่างสม่ำเสมอ	1	
3. ใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธีและระมัดระวัง	1	
4. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	1	
5. รับผิดชอบงาน ดูแลอุปกรณ์ และเก็บพื้นที่หลังเสร็จงาน	1	
รวมคะแนน	**50**	

เกณฑ์การแปลผลของคะแนน

ร้อยละ 80 – 100 หมายถึง ผลการปฏิบัติดีมาก
ร้อยละ 70 – 79 หมายถึง ผลการปฏิบัติดี
ร้อยละ 60 – 69 หมายถึง ผลการปฏิบัติปานกลาง
ร้อยละ 50 – 59 หมายถึง ผลการปฏิบัติผ่านเกณฑ์
ต่ำกว่าร้อยละ 50 หมายถึง ผลการปฏิบัติไม่ผ่านเกณฑ์

3.3.2 ประเมินคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

การประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ มีคุณสมบัติดังนี้ 1) สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีหรือเทียบเท่าและมีประสบการณ์สอนไม่น้อยกว่า 10 ปี 2) สำเร็จการศึกษาปริญญาโทขึ้นไปและมีประสบการณ์สอนไม่น้อยกว่า 5 ปี และหรือมีวิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป 3) ปฏิบัติหน้าที่การสอนสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา อย่างใดอย่างหนึ่ง ทำการประเมินคุณภาพ

ตารางที่ 3-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องวิจัย

รายการ		**ค่าเฉลี่ย**	**ค่า SD**	**แปลผล**
1. ด้านแผนการจัดการเรียนรู้				
1.1	ความสอดคล้องของแผนการสอนกับหลักสูตรฐานสมรรถนะ	5.00	0.00	ดีมาก
1.2	ความชัดเจนของสมรรถนะที่คาดหวังจากผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
1.3	ความเหมาะสมของการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)	4.67	0.58	ดีมาก
1.4	ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ต่อระดับความสามารถของผู้เรียน	4.33	0.58	ดีมาก
1.5	ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
1.6	ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมตามแผนการสอน	4.33	0.58	ดีมาก
1.7	ความชัดเจนของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
1.8	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและประเมินผล	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ยรวม		**4.58**	**0.50**	**ดีมาก**

ตารางที่ 3-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องวิจัย (ต่อ)

2. ด้านชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)				
2.1	ความสอดคล้องของชุดฝึกกับสมรรถนะด้านงาน PLC	4.67	0.58	ดี
2.2	ความเหมาะสมของเนื้อหาต่อระดับผู้เรียน	4.33	0.58	ดี
2.3	ความถูกต้องของเนื้อหาทางเทคนิคด้าน PLC	5.00	0.00	ดีมาก
2.4	ความชัดเจนของคำอธิบายและขั้นตอนการฝึก	4.67	0.58	ดีมาก
2.5	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้ในชุดฝึก	4.67	0.58	ดีมาก
2.6	ความปลอดภัยในการใช้งานชุดฝึก	5.00	0.00	ดีมาก
2.7	ความสามารถของชุดฝึกในการส่งเสริมทักษะการปฏิบัติจริง	4.67	0.58	ดี
2.8	ความพร้อมในการนำไปใช้จริงในการจัดการเรียนการสอน	4.67	0.58	ดี
	เฉลี่ยรวม	**4.71**	**0.46**	**ดีมาก**
3. ใบปฏิบัติงานการต่ออุปกรณ์อินพุต – เอาต์พุต				
3.1	ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ใบปฏิบัติงาน	4.67	0.58	ดีมาก
3.2	ความถูกต้องของเนื้อหาการต่ออุปกรณ์อินพุต–เอาต์พุต	4.67	0.58	ดีมาก
3.3	ความชัดเจนของคำสั่งและขั้นตอนการปฏิบัติงาน	4.33	0.58	ดี
3.4	ความเหมาะสมของระดับความยาก–ง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
3.5	ความสอดคล้องกับสมรรถนะที่ต้องการพัฒนา	5.00	0.00	ดีมาก
3.6	ความเหมาะสมของภาพประกอบ/แผนผังการต่ออุปกรณ์	4.67	0.58	ดีมาก
3.7	ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	4.33	0.58	ดี
3.8	ความสามารถในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.33	0.58	ดี
	เฉลี่ยรวม	**4.63**	**0.49**	**ดีมาก**
4. ใบมอบหมายงาน				
4.1	ความชัดเจนของโจทย์และขอบเขตงาน	4.67	0.58	ดีมาก
4.2	ความสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน	4.33	0.58	ดี
4.3	ความเหมาะสมของงานต่อสมรรถนะผู้เรียน	5.00	0.00	ดีมาก
4.4	การส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา	5.00	0.00	ดีมาก
4.5	การส่งเสริมการทำงานเป็นทีม	4.67	0.58	ดีมาก
4.6	ความเหมาะสมของระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน	4.33	0.58	ดี
4.7	ความชัดเจนของเกณฑ์ความสำเร็จของงาน	4.67	0.58	ดีมาก
4.8	ความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง	5.00	0.00	ดีมาก
	เฉลี่ยรวม	**4.71**	**0.46**	**ดีมาก**

ตารางที่ 3-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องวิจัย (ต่อ)

5. เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการปฏิบัติการต่ออุปกรณ์อินพุต – เอาต์พุต				
5.1	ความชัดเจนของเกณฑ์การให้คะแนน	4.33	0.58	ดี
5.2	ความครอบคลุมของทักษะการปฏิบัติงาน	4.67	0.58	ดีมาก
5.3	ความสอดคล้องกับสมรรถนะที่ต้องการประเมิน	5.00	0.00	ดีมาก
5.4	ความเหมาะสมของระดับคะแนนในแต่ละตัวชี้วัด	4.67	0.58	ดีมาก
5.5	ความเป็นธรรมในการประเมินผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
5.6	ความชัดเจนของคำอธิบายแต่ละระดับคะแนน	4.67	0.58	ดีมาก
5.7	ความสะดวกในการนำไปใช้ประเมินจริง	4.67	0.58	ดีมาก
	เฉลี่ยรวม	**4.67**	**0.48**	**ดีมาก**
6. เกณฑ์การประเมินผลงานโครงงาน				
6.1	ความชัดเจนของเกณฑ์การประเมินผลงานโครงงาน	4.00	0.00	ดี
6.2	ความครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการทำงาน	4.67	0.58	ดีมาก
6.3	ความสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน	5.00	0.00	ดีมาก
6.4	ความเหมาะสมของตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์	5.00	0.00	ดีมาก
6.5	ความสามารถในการสะท้อนสมรรถนะที่แท้จริงของผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
6.6	ความเป็นธรรมและความเที่ยงตรงของการให้คะแนน	4.33	0.58	ดี
6.7	ความเหมาะสมในการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
	เฉลี่ยรวม	**4.62**		**ดีมาก**

3.4 วิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อผ่านกระบวนการสร้างเครื่องมือวิจัยและผ่านการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านแล้ว ผู้วิจัยปรับแก้ตามคำแนะของผู้เชี่ยวชาญและได้นำเครื่องมือที่มาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 กำหนดแบบแผนการทดลอง การวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบแผนการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experiment) แบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวโดยการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design) (ชวลิต ชูกำแพง, 2553: 66) มีลักษณะดังนี้

O_1	X	O_2
(Pretest)	(Treatment)	(Posttest)
การวัดทักษะครั้งที่ 1	ชุดฝึกทักษะฐานสมรรถนะ	การวัดทักษะครั้งที่ 2

เมื่อ O_1 หมายถึง การวัดผลทักษะครั้งที่ 1 กับทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

O_2 หมายถึง การวัดผลทักษะครั้งที่ 2 กับทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

X หมายถึง ชุดฝึกทักษะฐานสมรรถนะ

3.4.2 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการทดลองตามแผนการทดลอง ดังนี้

3.4.2.1 ขั้นที่ 1 การจัดการเรียนรู้ ผู้สอนดำเนินการชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการวัดประเมินผล และดำเนินการนำเข้าสู่บทเรียนที่ได้กำหนดไว้ตามแผนการจัดการเรียนโดย ผู้สอนทำการสาธิตยกตัวอย่างประกอบการสอนแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้เรียน โดยจัดการเรียนการสอนผ่านสื่อของจริง ใบงาน ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมและตรวจปรับระหว่างการสอนเป็นระยะ

3.4.2.2 ขั้นที่ 2 การวัดทักษะครั้งที่ 1 (ระหว่างเรียน) เมื่อขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จบลงแล้วดำเนินการในขั้นต่อไป โดยผู้สอนแจกใบงานสำหรับการปฏิบัติงานตามแผนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนซึ่งผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติตามใบงานซึ่งกำหนดเวลาตามความยากง่ายของแต่ละใบงานแตกต่างกัน ไม่เกิน 2 ชม.

เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติด้วยตัวเองสามารถให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันได้ ผู้สอนคอยสังเกตและช่วยเหลือเฉพาะส่วนที่จำเป็นเท่านั้น ในระหว่างการปฏิบัติงานของผู้เรียนผู้สอนบันทึกคะแนนตามแบบให้คะแนนทักษะการปฏิบัติ ตามตารางที่ 3-4 เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติของผู้เรียนรวบรวมใบงานและแบบบันทึกคะแนนทักษะการปฏิบัติ ลงบันทึกเป็นคะแนนทักษะการปฏิบัติครั้งที่ 1 (O_1) ของผู้เรียนแต่ละคน

3.4.2.3 ขั้นที่ 3 การวัดทักษะครั้งที่ 2 (หลังเรียน) เมื่อดำเนินการส่วนของการวัดทักษะครั้งที่ 1 (ระหว่างเรียน) แล้วผู้สอนสรุปเนื้อหา สรุปการปฏิบัติงานของผู้เรียนและทบทวนส่วนที่เป็นข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสอบถามเลือกเปลี่ยนความคิดเห็น และดำเนินการขั้นที่ 3 การวัดทักษะครั้งที่ 2 (หลังเรียน) โดยแจกใบงานที่มีความคล้ายคลึงกันหรือเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข สถานการณ์การทำงานโดยให้ผู้เรียนต่อวงจรและออกแบบโปรแกรมสำหรับการทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้

เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติเป็นรายบุคคลโดยไม่มีการช่วยเหลือกัน และมีการกำหนดเวลาในการปฏิบัติงานที่ชัดเจน ในระหว่างนักเรียนปฏิบัติงานผู้สอนสังเกตการณ์และบันทึกการปฏิบัติงานของผู้เรียนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติงาน ตามตารางที่ 3-4 เมื่อปฏิบัติเสร็จผู้สอนลงบันทึกเป็นคะแนนทักษะการปฏิบัติครั้งที่ 2 (O_2) ของผู้เรียนแต่ละคนดำเนินการทดลองซ้ำในใบงานอื่น ๆ ในแต่ละสัปดาห์จนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้

3.4.2.4 ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการดำเนินการวัดทักษะครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ไปหาความเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ของผู้เรียน และแปลผลพัฒนาการของผู้เรียนเทียบกับเกณฑ์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2538)

3.4.2.5 การบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ผู้วิจัยดำเนินการควบคุมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละสัปดาห์ตามแผนการจัดการเรียนรู้และมีการตรวจปรับผู้เรียนเป็นระยะ โดยใช้ใบมอบหมายงานให้ผู้เรียนได้จับกลุ่มดำเนินการตามขั้นตอนทั้ง 5 ขั้นตอนได้แก่ 1) ขั้นกำหนดประเด็นปัญหาที่สนใจในการศึกษา 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนดำเนินการ 3) ขั้นลงมือปฏิบัติการตามแผน ผู้เรียนช่วยกันลงมือสร้าง/พัฒนา/ประดิษฐ์หรือแก้ปัญหาตามที่ได้กำหนดไว้ ดำเนินการเป็นขั้นตอน 4) ขั้นการเขียนรายงาน 5) ขั้นนำเสนอผลงาน ผู้วิจัยประเมินผลงานนักเรียนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ตามตารางที่ 3-2 และตารางที่ 3-3

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.5.1 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ การแปลผลที่ได้จากค่าเฉลี่ยโดยการเทียบกับเกณฑ์การประเมิน (ธานินทร์, 2549) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด/ดีมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก/ดี
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย ใช้อธิบายในการแปลความหมายข้อมูล (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2555)

$$X = \frac{\sum Xi}{n} \qquad (3.1)$$

เมื่อ X แทน ค่าเฉลี่ย
$\sum Xi$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ธานินทร์, 2555)

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \qquad (3.2)$$

เมื่อ SD แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนของแต่ละตัวอย่างยกกำลังสอง

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

3.5.2 สถิติที่ใช้ใน สำหรับวัดความเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2538) เทียบกับเกณฑ์ดังนี้

คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (%)	76 – 100	ระดับพัฒนาการสูงมาก
คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (%)	51 – 75	ระดับพัฒนาการมาก
คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (%)	26 – 50	ระดับพัฒนาการกลาง
คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (%)	0 – 25	ระดับพัฒนาการต้น

$$S_i = \left[\frac{Y-X}{F-X}\right] \times 100 \qquad (3.3)$$

เมื่อ S_i แทน คะแนนการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์

Y แทน คะแนนดิบวัดหลังการฝึกทักษะ

X แทน คะแนนดิบวัดก่อนการฝึกทักษะ

F แทน คะแนนเต็มในแต่ละทักษะ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) และได้นำชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพแล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จำนวน 19 คน โดยผลการวิจัยสามารถนำเสนอได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะ

4.2 ผลแบบประเมินความเหมาะสมชุดฝึกฐานสมรรถนะจากผู้เชี่ยวชาญ

4.3 ผลการเปรียบเทียบทักษะเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ของผู้เรียน

4.4. ผลการสัมฤทธิ์การบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

4.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะ

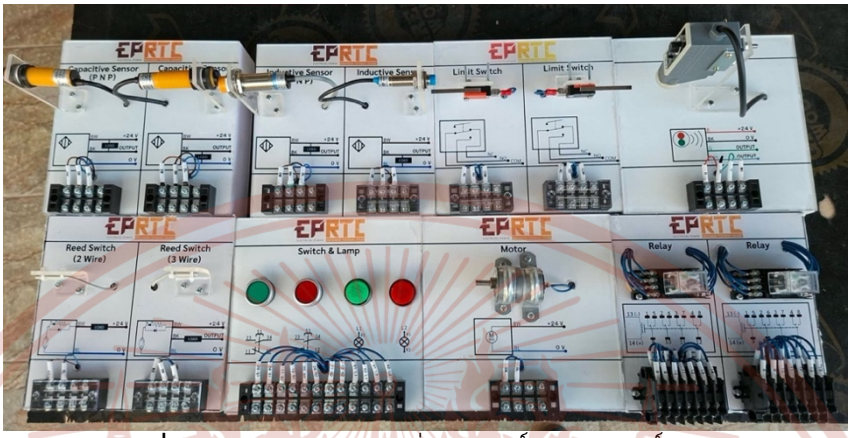
ผลจากการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ประกอบด้วย

4.1.1 แผนการสอนฐานสมรรถนะ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต PLC ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ดังนี้ 1) ใบงานเรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต PLC จำนวน 7 ใบงาน 2) ใบมอบหมายงานที่บูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) 3) ใบความรู้เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต PLC

4.1.2 เกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย 1) เกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติงานการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต PLC เป็นการให้คะแนนแบบรูบิคสกอร์ 2) เกณฑ์การให้คะแนนโครงงานและผลงานผู้เรียน เป็นการให้คะแนนแบบรูบิคสกอร์

4.1.3 ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต PLC ซึ่งเป็นชุดสำหรับใช้ในการฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต PLC จำนวน 8 ชุด ประกอบด้วย อุปกรณ์อินพุต 6 ชุด และอุปกรณ์เอาต์พุต 3 ชุด ดังนี้ภาพที่ 3-4 โดยมีรายละเอียดดังนี้ อุปกรณ์อินพุตประกอบด้วย 1) ชุดคาปาซิทิฟเซ็นเซอร์ ชนิด NPN และ PNP 2) ชุดอินดักทีฟเซ็นเซอร์ ชนิด NPN และ PNP 3) ชุดสวิตช์ปุ่มกด (Button switch) 4) ชุดลิมิตสวิตช์ (Limit switch) 5) ชุดสวิตช์แม่เหล็ก (reed switch) 6) ชุด

เซ็นเซอร์ตรวจจับสี อุปกรณ์เอาต์พุตประกอบด้วย 1) ชุดหลอดสัญญาณ 2) ชุดมอเตอร์ DC 3) รีเลย์ไฟฟ้า ดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต PLC

4.2 ผลแบบประเมินความเหมาะสมชุดฝึกฐานสมรรถนะจากผู้เชี่ยวชาญ

ผลแบบประเมินความเหมาะสมชุดฝึกฐานสมรรถนะจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ดังแสดงในตารางมรา 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลแบบประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกฐานสมรรถนะ

ด้าน	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	ด้านแผนการจัดการเรียนรู้	4.58	0.50	ดีมาก
2	ด้านชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)	4.71	0.51	ดีมาก
3	ด้านใบปฏิบัติงานการต่ออุปกรณ์อินพุต – เอาต์พุต	4.63	0.46	ดีมาก
4	ด้านใบมอบหมายงาน	4.71	0.46	ดีมาก
5	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการปฏิบัติการต่ออุปกรณ์อินพุต – เอาต์พุต	4.67	0.46	ดีมาก
6	ด้านเกณฑ์การประเมินผลงานโครงงาน	4.67	0.48	ดีมาก
	เฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.65		ดีมาก

จากตารางที่ 4-1 ผลการประเมินคุณภาพขแงผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีความคิดเห็นต่อชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ด้านชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ($\bar{X}$ = 4.71, S.D. = 0.51) และด้านใบมอบหมายงาน ($\bar{X}$ = 4.71, S.D. = 0.46) มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก รองลงมาคือ ด้านเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการปฏิบัติการต่ออุปกรณ์อินพุต – เอาต์พุต ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.46) และด้านเกณฑ์การประเมินผลงานโครงงานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.48) และด้านที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือด้านแผนการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 4.58, S.D. = 0.50)

4.3 ผลการเปรียบเทียบทักษะเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ของผู้เรียน

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการทำใบงานรวมทั้งสิ้น 7 ใบงาน ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC โดยวัดทักษะการปฏิบัติงาน 2 ครั้ง คะแนนแต่ละใบงานเต็ม 50 คะแนนทั้ง 2 ครั้ง นำคะแนนมาเปรียบเทียบ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ทางด้านทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียน คะแนนที่ได้การวัดผลครั้งที่ 1 (ระหว่างเรียน) สะท้อนให้เห็นถึงระดับสมรรถนะเริ่มต้นของผู้เรียน การวัดผลครั้งที่ 2 (หลังเรียน) สะท้อนให้เห็นถึงระดับสมรรถนะเมื่อผ่านการฝึกทักษะมาแล้วของผู้เรียน ซึ่งมีรายละเอียดผลคะแนนตามตารางแสดงคะแนนของผู้เรียน ดังนี้

ตารางที่ 4-2 คะแนนทักษะต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC วัดครั้งที่ 1 (ระหว่างเรียน)

รหัสนักเรียน	คะแนนวัดครั้งที่ 1 เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC						
	ใบงาน 1 (50 คะแนน)	ใบงาน 2 (50 คะแนน)	ใบงาน 3 (50 คะแนน)	ใบงาน 4 (50 คะแนน)	ใบงาน 5 (50 คะแนน)	ใบงาน 6 (50 คะแนน)	ใบงาน 7 (50 คะแนน)
66201041001	18	25	19	24	20	28	21
66201041002	22	22	23	26	29	22	29
66201041003	26	18	29	23	20	28	18
66201041004	21	22	27	27	19	26	23
66201041005	29	20	23	21	22	27	20
66201041006	19	26	22	29	28	20	25
66201041007	26	18	18	25	24	26	22
66201041008	23	27	29	19	18	29	26
66201041009	19	27	23	26	21	19	18
66201041010	27	21	29	21	22	29	18
66201041011	29	29	18	25	18	29	20
66201041013	19	25	26	18	27	22	20
66201041014	27	20	29	28	25	20	27
66201041015	18	23	21	29	22	27	20
66201041016	28	29	23	20	29	28	29
66201041017	23	23	21	23	26	21	26
66201041018	18	28	27	26	18	29	29
66201041019	23	20	29	22	28	21	20
66201041021	25	28	22	27	18	20	21

ตารางที่ 4-3 คะแนนทักษะต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC วัดครั้งที่ 2 (หลังเรียน)

รหัสนักศึกษา	คะแนนวัดครั้งที่ 2 เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC						
	ใบงาน 1 (50 คะแนน)	ใบงาน 2 (50 คะแนน)	ใบงาน 3 (50 คะแนน)	ใบงาน 4 (50 คะแนน)	ใบงาน 5 (50 คะแนน)	ใบงาน 6 (50 คะแนน)	ใบงาน 7 (50 คะแนน)
66201041001	34	45	35	35	42	39	40
66201041002	43	37	44	46	48	42	49
66201041003	48	41	49	39	39	46	36
66201041004	39	38	48	38	41	48	38
66201041005	47	37	40	36	40	43	39
66201041006	37	45	40	48	45	37	46
66201041007	45	35	35	48	43	46	37
66201041008	39	47	49	35	40	44	49
66201041009	34	38	43	48	37	40	37
66201041010	49	42	48	43	45	49	33
66201041011	45	45	33	41	39	46	37
66201041013	35	47	48	38	48	45	35
66201041014	44	37	45	45	45	40	46
66201041015	36	42	37	45	41	46	35
66201041016	49	46	40	41	47	49	49
66201041017	40	38	39	46	42	37	44
66201041018	35	47	44	45	38	44	48
66201041019	41	39	49	41	48	40	37
66201041021	46	48	41	44	35	39	38

จากตารางที่ 4-2 และ 4-3 คะแนนวัดทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียนจำนวน 19 ราย ซึ่งคะแนนเต็มแต่ละใบงานทั้ง 2 ครั้งอยู่ที่ 50 คะแนน ระหว่างคะแนนครั้งที่ 1 (ระหว่างเรียน) และครั้งที่ 2 (หลังเรียน) ในใบงานทั้ง 7 ชุด ผู้เรียนมีทักษะในการปฏิบัติที่สูงขึ้นทุกคนโดนคะแนนการวัดครั้งที่ 2 (หลังเรียน) จะมีค่าสูงกว่าการวัดครั้งที่ 1 (ระหว่างเรียน) อย่างมีนัยสำคัญ

ผู้วิจัยนำคะแนนของการวัดทั้ง 2 รอบมารวมกันทั้ง 7 ใบงาน เพื่อเปรียบเทียบทักษะเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลทั้ง 19 คน ผลจากการเปรียบเทียบทักษะเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ของผู้เรียน แสดงตามตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบทักษะเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ของผู้เรียนคะแนนเต็ม 350 คะแนน

รหัสนักเรียน	ครั้งที่ 1 (350 คะแนน)	ครั้งที่ 2 (350 คะแนน)	คะแนนเปลี่ยนแปลง (%)	แปลผลพัฒนา
66201041001	155	270	59.0	มาก
66201041002	173	309	76.8	สูงมาก
66201041003	162	298	72.3	มาก
66201041004	165	290	67.6	มาก
66201041005	162	282	63.8	มาก
66201041006	169	298	71.3	มาก
66201041007	159	289	68.1	มาก
66201041008	171	303	73.7	มาก
66201041009	153	277	62.9	มาก
66201041010	167	309	77.6	สูงมาก
66201041011	168	286	64.8	มาก
66201041013	157	296	72.0	มาก
66201041014	176	302	72.4	มาก
66201041015	160	282	64.2	มาก
66201041016	186	321	82.3	สูงมาก
66201041017	163	286	65.8	มาก
66201041018	175	301	72.0	มาก
66201041019	163	295	70.6	มาก
66201041021	161	291	68.8	มาก

จากตารางที่ 4–4 ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบทักษะการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ของผู้เรียน โดยมีคะแนนเต็มทั้งสิ้น 350 คะแนน จากการเปรียบเทียบคะแนนการปฏิบัติงานครั้งที่ 1 และคะแนนการปฏิบัติงานครั้งที่ 2 พบว่า ผู้เรียนจำนวน 19 คน มีคะแนนคะแนนการปฏิบัติงานครั้งที่ 2 สูงกว่าคะแนนคะแนนการปฏิบัติงานครั้งที่ 1 ทุกคนอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนทุกคนมีพัฒนาการทางการเรียนเพิ่มขึ้นภายหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบที่

ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น นอกจากนี้ เมื่อจำแนกระดับพัฒนาการของผู้เรียนตามเกณฑ์การประเมิน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับมาก โดยมีผู้เรียนจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21 ของผู้เรียนทั้งหมด และมีผู้เรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 ที่มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก ทั้งนี้ไม่พบผู้เรียนที่มีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลางหรือระดับต้น

4.4 ผลสัมฤทธิ์การบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

จากการบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้ผู้เรียนจับกลุ่มซึ่งกลุ่มละ 4-5 คนและเลือกขัวข้อที่ผู้เรียนสนใจโดยมีเงื่อนไขในการออกแบบคือการควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ ซึ่งการดำเนินการส่วนนี้จะดำเนินควบคุมขนานไปกับการจัดการเรียนในรูปแบบปกติได้ดำเนินการตามกระบวนการการบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) แบ่งขั้นการดำเนินการออกเป็น 5 ขั้นตอน ผู้วิจัยบันทึกคะแนนในทุกขั้นตอนจากทุกกลุ่มโครงงาน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับเกณฑ์แสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการสัมฤทธิ์การบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

กลุ่มที่	ขั้นที่ 1 (8 คะแนน)	ขั้นที่ 2 (12 คะแนน)	ขั้นที่ 3 (20 คะแนน)	ขั้นที่ 4 (20 คะแนน)	ขั้นที่ 5 (20 คะแนน)	คะแนนรวม (80 คะแนน)	แปลผล
1	8	12	18	18	18	74	ดีเยี่ยม
2	6	8	13	12	13	52	ดี
3	7	11	17	17	17	69	ดีเยี่ยม
4	7	10	15	15	16	63	ดีเยี่ยม

จากตารางที่ 4-5 ผลการสัมฤทธิ์การบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ ของผู้เรียนโดยประเมินจากการดำเนินงานตามขั้นตอนการทำโครงงาน 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นที่ 2 ขั้นที่ 3 ขั้นที่ 4 และขั้นที่ 5 รวมคะแนนเต็ม 80 คะแนน เมื่อพิจารณาคะแนนรวมของแต่ละกลุ่ม พบว่า กลุ่มที่ 1 ได้คะแนนรวม 74 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 92.50 อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม กลุ่มที่ 2 ได้คะแนนรวม 52 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.00 อยู่ในระดับ ดี กลุ่มที่ 3 ได้คะแนนรวม 69 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.25 อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม และกลุ่มที่ 4 ได้คะแนนรวม 63 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.75 อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม เมื่อพิจารณาภาพรวมของการดำเนินงานทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า มี 3 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 75.00 ที่มีผลการ

ดำเนินงานอยู่ในระดับดีเยี่ยม และมี 1 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 25.00 ที่มีผลการดำเนินงานอยู่ในระดับดี โดยไม่พบกลุ่มที่มีผลการดำเนินงานอยู่ในระดับพอใช้หรือควรปรับปรุง

บทที่ 5
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน 2) เพื่อประเมินความเหมาะสมชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) และ 3) เพื่อตรวจสอบพัฒนาการสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จำนวน 19 คน และได้ดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์สรุปผล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลของการพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน ได้ชุดฝึกสมรรถนะในรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108) ซึ่งประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ 2) ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) 3) ใบงานการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต จำนวน 7 ใบงาน 4) ใบมอบหมายงานบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐานโดยมีเงื่อนไขควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ 5) เกณฑ์การให้คะแนนปฏิบัติงานผู้เรียน 6) เกณฑ์การให้คะแนนปฏิบัติงานผู้เรียนตามกระบวนการเรียนรู้บูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน

5.1.2 ประเมินความเหมาะสมชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพซึ่งมีรายการประเมินทั้งหมด 6 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านแผนการจัดการเรียนรู้ 2) ด้านชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) 3) ใบปฏิบัติงานการต่ออุปกรณ์อินพุต – เอาต์พุต 4) ใบมอบหมายงาน 5) เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการปฏิบัติการต่ออุปกรณ์อินพุต – เอาต์พุต 6) เกณฑ์การประเมินผล

งานโครงงาน พบว่า ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน เฉลี่ยโดยรวมของชุดฝึกอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.65) เมื่อพิจารณาผลการประเมินในแต่ละด้าน พบว่า มีความคิดเห็นต่อด้านชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.71, S.D. = 0.51) รองลงมาคือด้านเกณฑ์การประเมินผลงานโครงงาน มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.46) ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยผลการประเมินความเหมาะสมน้อยที่สุดใน 6 ด้าน ได้แก่ ด้านแผนการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 4.58, S.D. = 0.50) แต่เมื่อแปลงผลออกมายังคงอยู่ในระดับดีมาก

5.1.3 ผลการเปรียบเทียบพัฒนาการสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ผ่านการฝึกสมรรถนะด้วยชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) เมื่อดำเนินการตามกระบวนการที่กำหนดแล้ว ได้ผลคะแนนโดยมีคะแนนเต็มทั้งสิ้น 350 คะแนน จากการเปรียบเทียบคะแนนการปฏิบัติงานครั้งที่ 1 และคะแนนการปฏิบัติงานครั้งที่ 2 พบว่า ผู้เรียนจำนวน 19 คน มีคะแนนคะแนนการปฏิบัติงานครั้งที่ 2 สูงกว่าคะแนนคะแนนการปฏิบัติงานครั้งที่ 1 ทุกคน เมื่อจำแนกระดับพัฒนาการของผู้เรียนตามเกณฑ์การประเมิน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับมาก โดยมีผู้เรียนจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21 ของผู้เรียนทั้งหมด และมีผู้เรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 ที่มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก ทั้งนี้ไม่พบผู้เรียนที่มีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลางหรือระดับต้น

5.1.4 ผลสัมฤทธิ์การบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ควบคุมระบบคัดแยกวัตถุของผู้เรียน โดยประเมินจากการดำเนินงานตามขั้นตอนการทำโครงงาน 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นที่ 2 ขั้นที่ 3 ขั้นที่ 4 และขั้นที่ 5 รวมคะแนนเต็ม 80 คะแนน เมื่อพิจารณาคะแนนรวมของแต่ละกลุ่ม พบว่า กลุ่มที่ 1 ได้คะแนนรวม 74 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 92.50 อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม กลุ่มที่ 2 ได้คะแนนรวม 52 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.00 อยู่ในระดับ ดี กลุ่มที่ 3 ได้คะแนนรวม 69 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.25 อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม และกลุ่มที่ 4 ได้คะแนนรวม 63 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.75 อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม เมื่อพิจารณาภาพรวมของการดำเนินงานทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า มี 3 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 75.00 ที่มีผลการดำเนินงานอยู่ในระดับดีเยี่ยม และมี 1 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 25.00 ที่มีผลการดำเนินงานอยู่ในระดับดี โดยไม่พบกลุ่มที่มีผลการดำเนินงานอยู่ในระดับพอใช้หรือควรปรับปรุง ผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐานสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติจริงตามขั้นตอนของกระบวนการทำโครงงาน และสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการสรุปผลการวิจัยให้หัวข้อที่ผ่านมา ผู้วิจัยมีประเด็นอภิปรายผลของงานวิจัยดังต่อไปนี้

5.2.1 ผลการประเมินความเหมาะสมชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน พบว่า ชุดฝึกฐานสมรรถนะที่ได้พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.65) ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการพัฒนาชุดฝึกดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยคำนึงถึงหลักการของชุดฝึกทักษะที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมที่มีขั้นตอนชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (ทิศนา แขมมณี, 2534) ที่กล่าวว่าชุดฝึกหรือชุดกิจกรรมเป็นการจัดองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้อย่างเป็นระบบ โดยบูรณาการกิจกรรมเข้ากับเนื้อหาในหลักสูตร เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ทั้งยังช่วยส่งเสริมการพัฒนาความรู้ ความคิด และทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้นเมื่อชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นมีการออกแบบกิจกรรมที่เป็นขั้นตอน มีใบความรู้และแบบฝึกปฏิบัติที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง จึงส่งผลให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่าชุดฝึกมีความเหมาะสมในระดับสูง นอกจากนี้ กระบวนการพัฒนาชุดฝึกในงานวิจัยนี้ยังอาศัยหลักการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบตามแนวคิดของ (Dick and Carey, 2005) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน การวิเคราะห์การเรียนการสอน การกำหนดพฤติกรรมก่อนเรียน การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ การกำหนดยุทธศาสตร์การสอน การพัฒนาสื่อการสอน และการประเมินผลทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียน กระบวนการดังกล่าวช่วยให้การพัฒนาชุดฝึกมีความเป็นระบบและมีความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบของการเรียนการสอนอย่างชัดเจน ส่งผลให้ชุดฝึกมีคุณภาพและสามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น จากแนวคิด หลักการ ดังกล่าวจึงส่งผลให้ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการการเรียนรูปแบบโครงงานเป็นฐาน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าชุดฝึกดังกล่าวมีโครงสร้างและองค์ประกอบที่สอดคล้องกับหลักการพัฒนาชุดฝึกทักษะและการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ จึงสามารถนำไปใช้เป็นสื่อในการพัฒนาสมรรถนะการปฏิบัติงานด้านการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุตในรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2008 ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.2 พัฒนาการสัมพัทธ์ของผู้เรียนที่ผ่านการฝึกสมรรถนะด้วยชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ สูงขึ้นทุกคนอย่างมีนัยสำคัญ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการอยู่ในระดับมาก โดยมีผู้เรียนจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 84.21 ของผู้เรียนทั้งหมด และมีผู้เรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 ที่มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการฝึกสมรรถนะด้วยชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ผู้วิจัยเน้นสมรรถนะงานต่อสายอินพุต เอาต์พุตของผู้เรียนเป็นหลัก โดยผู้วิจัยได้มีการให้เงื่อนสถานการณ์ รูปแบบการต่อ รูปแบบการทำงานที่หลากหลายและครอบคลุมอุปกรณ์พื้นฐาน ผ่านกระบวนการที่ผู้วิจัยออกแบบไว้ จึงช่วยในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคลองกับแนวคิดของ (McClelland, 1973) ที่เสนอว่าสมรรถนะของบุคคลเป็นปัจจัยสำคัญที่สะท้อนความสามารถที่แท้จริงในการปฏิบัติงาน โดยสมรรถนะไม่ได้พิจารณาเพียงความรู้เชิงทฤษฎีหรือระดับสติปัญญาเท่านั้น แต่ต้องพิจารณาความสามารถในการนำความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะต่าง ๆ ไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนผ่านการปฏิบัติงานจริงและการประเมินจากผลการปฏิบัติ

ในขณะเดียวกันแนวทางการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะของ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2566) ยังระบุว่า การพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนควรเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติงานจริง ได้เผชิญสถานการณ์ปัญหา และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และเจตคติ (KSA) ในการแก้ปัญหาและดำเนินงานจนสำเร็จ ซึ่งการใช้ชุดฝึกฐานสมรรถนะในงานวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติการต่อสายและควบคุมระบบด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์อย่างเป็นขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะและความสามารถในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับกับแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินสมรรถนะของ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2562) ที่ระบุว่าการประเมินสมรรถนะควรเน้นการประเมินจากการปฏิบัติงานจริง (Performance Based Assessment) ซึ่งสามารถสะท้อนความสามารถของผู้เรียนในด้านทักษะการปฏิบัติงาน การจัดการภาระงาน และการแก้ไขปัญหาในการทำงานได้อย่างแท้จริง การที่ผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในการประเมินครั้งที่ 2 จึงแสดงให้เห็นว่าการฝึกปฏิบัติผ่านชุดฝึกฐานสมรรถนะช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในด้านทักษะการปฏิบัติงานได้ตามแนวทางการประเมินสมรรถนะดังกล่าว

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ (บุญเกิด สนธิพันธ์, 2565) ที่ได้พัฒนาชุดฝึกการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สำหรับนักเรียนระดับอาชีวศึกษา และ

พบว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกมีผลการประเมินทักษะปฏิบัติผ่านเกณฑ์ทุกคน โดยมีคะแนนเฉลี่ยนรวมเท่ากับร้อยละ 83.24 แสดงให้เห็นว่าการใช้ชุดฝึกในการเรียนการสอนสามารถช่วยพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ (พงษ์ดนัย จิตตวิสุทธิกุล และคณะ, 2567) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะร่วมกับการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นมาสามารถส่งเสริมศักยภาพในการปฏิบัติงานของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้เรียนมีผลการปฏิบัติงานผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวนร้อยละ 85 ของผู้เรียนทั้งหมด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงและการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะและความสามารถในการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์การบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ควบคุมระบบคัดแยกวัตถุ พบว่า คะแนนของผู้เรียนทุกกลุ่มอยู่ในระดับดีขึ้นไปจากกลุ่มผู้เรียนทั้งหมด 4 กลุ่ม กลุ่มที่มีผลการดำเนินงานอยู่ในระดับดีเยี่ยม 3 กลุ่มคิดเป็นร้อยละ 75 และอยู่ในระดับดี 1 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 25 จากผลการวิจัยดังกล่าวเห็นให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสามารถส่งเสริมการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง และช่วยให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากกระบวนการเรียน การฝึกทักษะ ไปยังการสร้างชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยบรูณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านกระบวนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่การกำหนดประเด็นปัญหา การวางแผนดำเนินงาน การลงมือปฏิบัติ การสรุปผลและการนำเสนอผลงานซึ่งกระบวนการดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง เกิดการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานได้อย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับแนวคิดของ (ทิศนา แขมมณี, 2557) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า สำรวจ และลงมือปฏิบัติจริงตามความสนใจของตนเอง จนสามารถสร้างองค์ความรู้หรือผลงานขึ้นด้วยตนเอง อีกทั้งยังสอดคล้องกับ(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2564) ที่ระบุว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การทดลอง และการสร้างชิ้นงานจากสถานการณ์จริง ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งและพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของ (พงษ์ดนัย จิตตวิสุทธิกุล และคณะ, 2567) พบว่าการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะโดยใช้โครงงานเป็นฐานมีประสิทธิภาพ 83.71/81.29 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และผู้เรียนร้อยละ 85 สามารถปฏิบัติงานผ่านเกณฑ์ในระดับดี นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนยังสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ในลักษณะโครงงานสามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะ

และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานยังพบผลในทิศทางเดียวกัน เช่น (พรศิริ สังข์ทอง, 2561) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 6 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 6 เรียนออนไลน์ พบว่าประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้มีค่า 82.02/81.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และคะแนนประเมินโครงงานของผู้เรียนอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก

ดังนั้นผลการวิจัยที่พบว่าผู้เรียนสามารถดำเนินโครงงานควบคุมระบบคัดแยกวัตถุด้วย PLC ได้อยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม จึงสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการปฏิบัติงาน การคิดวิเคราะห์ และการทำงานร่วมกันของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่สำคัญต่อการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับควบคุมระบบคัดแยกวัตถุด้วย PLC

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การใช้ชุดฝึกฐานสมรรถนะควรดำเนินการควบคู่กับการจัดลำดับกิจกรรมการฝึกปฏิบัติจากง่ายไปสู่ยาก และควรมีการกำหนดสถานการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์อินพุต–เอาต์พุต และการควบคุมระบบด้วย PLC ในหลายรูปแบบ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงระบบและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการทำงานจริงได้ดียิ่งขึ้น

5.3.1.2 การจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบโครงงานเป็นฐาน (PjBL) ร่วมกับชุดฝึกฐานสมรรถนะเนื่องจากผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ได้คะแนนน้อยที่สุด (ระดับดี) อาจมีข้อจำกัดด้านการวางแผนหรือเวลา ควรมีการจัดสรรเวลาให้ยืดหยุ่น หรือผู้สอนควรมีการติดตามความก้าวหน้าในแต่ละขั้นตอนของโครงงานอย่างใกล้ชิดเพื่อให้ผู้เรียนทุกกลุ่มสามารถพัฒนาสมรรถนะได้อย่างใกล้เคียงกัน

5.3.1.3 การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ ถึงผลประเมินด้านแผนการจัดการเรียนรู้จะอยู่ในระดับดีมาก แต่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 6 ด้านที่เหลือโดยมีค่าเฉลี่ยที่ 4.58 ผู้สอนควรพิจารณารายละเอียดในส่วนของกิจกรรมการนำเข้าสู่บทเรียนหรือการสรุปบทเรียนให้มีความกระชับและน่าสนใจมากขึ้น เพื่อส่งเสริมแรงจูงใจก่อนเข้าสู่ขั้นตอนปฏิบัติงานของผู้เรียน

5.3.1.4 ระยะเวลาในจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากความแตกต่างระหว่างผู้เรียนในห้องที่ผู้สอนรับผิดชอบมีผลต่อการพัฒนาทักษะการปฏิบัติงาน ผู้สอนควรพิจารณาและวางแผนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับห้องเรียนหรือพื้นฐานของผู้เรียน และผู้สอนควรศึกษาวิธีการใช้งานของชุดฝึกฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้นก่อนทำการสอนทุกครั้ง เพื่อผู้สอนจะได้ใช้ชุดฝึกฐานสมรรถนะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง เพียงกลุ่มเดียว ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังผู้เรียนในระดับชั้นอื่น หรือสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ช่างอิเล็กทรอนิกส์ หรือแมคคาทรอนิกส์ เพื่อศึกษาความเหมาะสมและประสิทธิภาพของชุดฝึกในบริบทที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาผลของการใช้ชุดฝึกฐานสมรรถนะร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) หรือการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสมรรถนะด้านการควบคุมระบบอัตโนมัติด้วย PLC

5.3.2.3 การขยายผลสู่เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 หรือสอดคล้องกับมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ในระดับที่สูงขึ้น และควรมีการต่อยอดงานวิจัยโดยบูรณาการชุดฝึก PLC ร่วมกับระบบการจัดการข้อมูล (Data Management) หรือการควบคุมผ่านระบบ Cloud และ IoT (Internet of Things) ในระบบคัดแยกวัตถุ เพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถนะวิชาชีพในยุคอุตสาหกรรมสมัยใหม่

5.3.2.4 ควรเพิ่มอุปกรณ์ที่มีความหลากหลายและสอดคล้องกับอุปกรณ์จริงที่อยู่ในงานอุตสาหกรรมเช่น อินเวอร์เตอร์หรับควบคุมมอเตอร์ อุปกรณ์ตรวจวัดระดับความร้อน อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุด้วยด้วยระบบภาพ ซึ่งผู้เรียนจะได้รู้แบบการต่อใช้งานที่หลากหลายมาขึ้น และควรมีการเลือกใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) หลากหลายรูปแบบ

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

เกตุธัช กัญจนชุมาบุรพ. (2564). *การพัฒนาการเรียนรู้ฐานสมรรถนะตามแนวคิดการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสุขศึกษาและทักษะการรู้ดิจิทัลของนักเรียนประถมศึกษา.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. Chula Digital Collections. https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/5632

คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา. (2562). *รายงานเฉพาะเรื่องที่ 12: หลักสูตรและการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ*. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.

จิรพัฒน์ ลิ่มทอง. (2567). *การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

จิรศักดิ์ จันกัน. (2566). *รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะความเป็นผู้ประกอบการของนักศึกษาในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา*. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชลดา ปานสง, ศราวุธ พลรักษา, ชาญณรงค์ บุตรทา, อุดมศักดิ์ จันทรทาโพ, และบัญชา แสนโสดา. (2566). *การพัฒนาชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะ เรื่อง การติดตั้งและเขียนโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม ตามมาตรฐาน Thai-Meister*. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 14(3), 11–22.

ธนพงศ์ ศิริบุตรวงษ์. (2563). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะโดยใช้สื่อวีดิทัศน์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ เรื่องการเป่าขลุ่ยเพียงออ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

ธนินทร์ ศิลป์จารุ. (2549). *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS*. วิทยพัฒน์.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2555). *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS (พิมพ์ครั้งที่ 10)*. วิทยพัฒน์.

ธัญพร ถานะ. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพแบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PJBL) ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน. (2561, 2 มีนาคม). *เรื่อง มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างควบคุมด้วยระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller: PLC)*. ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 135 ตอนพิเศษ 45 ง.

บุญเกิด สนธิพันธ์. (2565). *การพัฒนาชุดฝึกการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สำหรับนักเรียนระดับอาชีวศึกษา*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ประศิริ สังข์ทอง. (2561). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 6 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ (ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 3(1), 14–29.

พงษ์ดนัย จิตตวิสุทธิกุล. (2567). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามฐานสมรรถนะโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีระบบช่วยเหลืออัตโนมัติเพื่อเสริมศักยภาพในการปฏิบัติงาน.* วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พงษ์ดนัย จิตตวิสุทธิกุล, ธัญญรัตน์ น้อมพลกรัง, และจิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์. (2568). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีระบบช่วยเหลืออัตโนมัติ เพื่อเสริมศักยภาพในการปฏิบัติงานสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี*. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 19(1).

พนภาค ผิวเกลี้ยง. (2555). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พัชชา ห่อตระกูล, วิไลพร สุพรรณ, สุจิตรา ฟังเร็ว, พินดา วราสุนันท์, และพงศ์ธารา วิจิตเวชไพศาล. (2567). *คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์: แนวทางที่ดีกว่าในการประเมินกระบวนการเรียนรู้ทางวิสัญญีวิทยา*. วารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์, 6(1), 39–45.

มูลนิธิสยามกัมมาจล. (ม.ป.ป.). *คู่มือการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาฐานสมรรถนะ.*

รจนา ธรรมศร. (2557). *การสร้างชุดฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการหารทศนิยมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. การศึกษาค้นคว้าอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:121743

วิชญนาถ เรืองนาค. (2563). *ผลการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะที่มีต่อทักษะชีวิตและการทำงานของนักเรียนมัธยมศึกษาในวิชาสุขศึกษาโดยใช้การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/3923

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2538). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม.* โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2565). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ*. สสวท.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2564). *ก้าวแรกการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน(Project-Based Learning: PBL)*. ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ็น. เอ. รัตนะเทรดดิ้ง.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2562). *หลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติการจัดการอาชีวศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เรื่องที่ 7: การวัดและประเมินผลอาชีวศึกษา*. กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2567). *หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพพลังงาน ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า.* กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579.* พริกหวานกราฟฟิค.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2563). *แนวทางการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* 21 เซ็นจูรี่.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2566). *หลากหลายแนวทาง แบ่งปันประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ.*

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2568). *พัฒนาศักยภาพผู้เรียนด้วยหลักสูตรสถานศึกษาฐานสมรรถนะ.*

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2566). *แผนปฏิบัติการด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2566-2570).* กระทรวงอุตสาหกรรม.

ภาษาอังกฤษ

Bernikova, O. (2017). *Competency-based learning: A new approach to education*. Proceedings of the International Conference on Education and New Learning Technologies.

Chaparro, R., Reaves, M., Jagger, C. B., & Bunch, J. C. (2018). *Instructional design using the Dick and Carey systems approach*. UF/IFAS Extension, University of Florida. https://doi.org/10.32473/edis-wc294-2018

Great Schools Partnership. (n.d.). *Ten principles of competency-based learning*. https://www.greatschoolspartnership.org/

McClelland, D. C. (1973). *Testing for competence rather than for "intelligence"*. American Psychologist, 28(1), 1–14.

Purwanto, E., Rufii, & Suhari. (2025). *Pengembangan Training Kit Pada Elemen Sistem Kendali Berbasis Programmable Logic Control (PLC) Dan Human Machine Interface (HMI)*. Edutech: Jurnal Teknologi Pendidikan, 24(1).

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

- แผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
- ใบปฏิบัติงาน เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต PLC
- ใบมอบหมายงาน เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต PLC

ลักษณะรายวิชา

หลักสูตร หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม **สาขา** ช่างไฟฟ้า

รหัส 20104-2108 **ชื่อวิชา** การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ **ปฏิบัติ** 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ **จำนวน** 2 หน่วยกิต

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้เข้าใจโครงสร้าง ส่วนประกอบ การป้อนคำสั่ง โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
2. เพื่อให้มีทักษะเกี่ยวกับการใช้คำสั่ง แก้ไข ปรับปรุงโปรแกรมงานควบคุมประเภทต่าง ๆ
3. เพื่อให้มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ และมีความรับผิดชอบ

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
2. ต่อวงจรการใช้งานควบคุมมอเตอร์ ระบบนิวเมติกส์ และอุปกรณ์ไฟฟ้า
3. ใช้ชุดคำสั่ง ควบคุมงานไฟฟ้า

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้าง ส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คำสั่ง การป้อนข้อมูล งานต่อวงจรการใช้งานควบคุมมอเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ งานต่อวงจรควบคุมระบบนิวเมติกส์ งานการแก้ไขและปรับปรุงโปรแกรมป้อนข้อมูล

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

หน่วย	งานหลัก (Main Tasks)	งานย่อย (Sub-tasks)	สมรรถนะประจำหน่วย (Competency Outcome)
1	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC	1) ศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC	1) อธิบายโครงสร้าง ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PLC) 2) อธิบายหลักการทำงานของ PLC
		2) หลักการทำงานและวงจรภายในเบื้องต้น	
		3) ประเภทของสัญญาณ Input/Output	1) จำแนกประเภทและลักษณะของสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต (Digital/Analog)
		4) ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC	1) บอกลักษณะและความเหมาะสมในการภาษาในการเขียนโปรแกรม PLC 2) เลือกใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรม PLC ให้เหมาะสมกับลักษณะงาน
		5) ระบบเลขฐานและลอจิก	1) แปลงเลขฐานให้อยู่ในระบบเลขฐานต่าง ๆ 2) บอกหลักการทำงานพื้นฐานของลอจิกประเภทต่าง ๆ
2	งานใช้เครื่องมือและชุดคำสั่ง	1) งานตั้งค่าซอฟต์แวร์สำหรับป้อนข้อมูลและเขียนโปรแกรม	1) ใช้งานซอฟต์แวร์สำหรับป้อนข้อมูลและเขียนโปรแกรม 2) ปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์เบื้องต้น
		2) งานป้อนชุดคำสั่งพื้นฐาน (Basic Instructions)	1) ใช้งานเครื่องมือและซอฟต์แวร์ในการป้อนข้อมูล แก้ไข และโอนย้ายโปรแกรมระหว่างคอมพิวเตอร์กับ PLC 2) ป้อนคำสั่งพื้นฐานในซอฟต์แวร์ 3) ออกแบบการทำงานของวงจรโดยใช้ป้อนชุดคำสั่งพื้นฐาน
		3) งานเขียนผังวงจร (Ladder Diagram) หรือคำสั่งควบคุม	1) เลือกใช้ชุดคำสั่งพื้นฐานในการเขียนผังวงจร (Ladder Diagram) เพื่อควบคุมการทำงานตามเงื่อนไข

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วย	งานหลัก (Main Tasks)	งานย่อย (Sub-tasks)	สมรรถนะประจำหน่วย (Competency Outcome)
3	งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	1) การต่ออุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต	1) ต่อสวิตช์ปุ่มกด ลิมิตสวิตช์ และเซ็นเซอร์ประเภทต่าง ๆ 2) ต่อวงจรแบบ Sink และ Source สำหรับอินพุต 3) ต่อหลอดไฟสัญญาณ, รีเลย์ และคอนแทคเตอร์ 4) เขียนโปรแกรมสำหรับรับ-ส่งสัญญาณ อินพุต เอาต์พุต 5) ตรวจสอบลักษณะปกติของสัญญาณ อินพุต เอาต์พุต
		2) การต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	1) ต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ 2) เขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์
		3) การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันและอุปกรณ์ตัดต่อวงจร	1) เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันและอุปกรณ์ตัดต่อวงจร
4	งานควบคุมระบบนิวเมติกส์	1) ศึกษาอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวเมติกส์	1) อธิบายอุปกรณ์และการทำงานในระบบนิวเมติกส์พื้นฐาน 2) จำแนกประเภทของอุปกรณ์กำลัง กับอุปกรณ์ควบคุมในระบบนิวเมติกส์
		2) การออกแบบวงจรควบคุมระบบลมด้วย PLC	1) เขียนโปรแกรมสั่งการโซลินอยด์วาล์วเพื่อควบคุมกระบอกสูบ
		3) การต่อวงจรโซลินอยด์วาล์ว	1) ต่อวงจรโซลินอยด์วาล์วควบคุมด้วย PLC
		4) การควบคุมระบบนิวเมติกส์	1) ออกแบบและประกอบ วงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้า โดยใช้ PLC

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วย	งานหลัก (Main Tasks)	งานย่อย (Sub-tasks)	สมรรถนะประจำหน่วย (Competency Outcome)
5	งานทดสอบ ปรับปรุง และแก้ไขโปรแกรม	1) การตรวจสอบความถูกต้องของเงื่อนไข ด้วยการจำลองสถานการณ์	1) ตรวจสอบความถูกต้องของเงื่อนไข 2) ทดสอบการทำงานระบบที่ออกแบบ
		2) การแก้ไขและปรับปรุงโปรแกรม (Troubleshooting/Editing)	1) การแก้ไขและปรับปรุงโปรแกรม 2) การแก้ไขและปรับปรุงการต่อวงจรกับอุปกรณ์ส่วนอื่น
		3) การบำรุงรักษาระบบเบื้องต้น	1) บำรุงรักษาระบบ PLC เบื้องต้น 2) ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยและความเป็นระเบียบ

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

รหัส 20104-2108 **ชื่อวิชา** การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ **ปฏิบัติ** 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ **จำนวน** 2 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ระดับความสามารถที่คาดหวัง				จำนวนชั่วโมง ท/ป	ร้อยละประเมินผล
	พุทธพิสัย	ทักษะพิสัย	จิตพิสัย	ประยุกต์ใช้		
1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC	K2,K3,K4	S3	A1	Ap2	2/6	10
2. งานใช้เครื่องมือและชุดคำสั่ง	K2,K3,K4	S3	A2	Ap2	5/15	25
3*. งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	K2,K3,K4	S3	A3	Ap3	4/12	25
4. งานควบคุมระบบนิวเมติกส์	K2,K3,K4	S3	A4	Ap3	4/12	20
5. งานทดสอบ ปรับปรุง และแก้ไขโปรแกรม	K2,K3,K4	S3	A5	Ap3	2/6	10
รวมการจัดการเรียนรู้ตลอดภาคเรียน						
ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา					1/3	10
				รวม	18/54	100

ระดับความสามารถที่คาดหวัง		
พุทธพิสัย	ทักษะพิสัย	จิตพิสัย
K1 = ความรู้ความจำ K2 = ความเข้าใจ K3 = การนำไปใช้ K4 = การวิเคราะห์ K5 = การประเมินค่า K6 = การสร้างสรรค์ หมายเหตุ ใส่ได้มากกว่า 1 ระดับ	S1 = เลียนแบบ S2 = ทำได้ตามแบบ S3 = ทำได้ถูกต้อง S4 = ทำได้อย่างต่อเนื่อง S5 = ทำได้อย่างเป็นธรรมชาติ หมายเหตุ ใส่ระดับที่คาดหวังระดับเดียว	A1 = รับรู้ A2 = ตอบสนอง A3 = การสร้างคุณค่า A4 = จัดระบบคุณค่านิยม A5 = การสร้างลักษณะนิสัย หมายเหตุ ใส่ระดับที่คาดหวังระดับเดียว
ด้านความสามารถประยุกต์ใช้และรับผิดชอบ		
Ap1 = สามารถปฏิบัติงานตามแบบแผนที่กำหนด Ap2 = สามารถปฏิบัติงานตามแบบแผน และปรับตัวภายใต้ความเปลี่ยนแปลงที่ไม่ซับซ้อน Ap3 = สามารถวางแผนการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายและแก้ไขปัญหาการปฏิบัติงานที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมในบางเรื่อง โดยประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะทางวิชาชีพ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร Ap4 = สามารถวางแผนการปฏิบัติงานที่รับผิดชอบ ปรับตัวและแก้ไขปัญหาการปฏิบัติงานที่ไม่คุ้นเคยหรือซับซ้อนและเป็นนามธรรม โดยประยุกต์ใช้ ความรู้ ทักษะทางวิชาชีพ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร Ap5 = สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะทางวิชาชีพ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการวางแผนแก้ไขปัญหาและพัฒนานวัตกรรมตามสาย อาชีพ หมายเหตุ ใส่ระดับที่คาดหวังระดับเดียว		

หน่วยการเรียนรู้

รหัส 20104-2108 **ชื่อวิชา** การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ **ปฏิบัติ** 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ **จำนวน** 2 หน่วยกิต

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC	2	6	8
2	งานใช้เครื่องมือและชุดคำสั่ง	5	15	20
3*	งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	4	12	16
4	งานควบคุมระบบนิวเมติกส์	4	12	16
5	งานทดสอบ ปรับปรุง และแก้ไขโปรแกรม	2	6	8
	ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา	1	1	3
	รวม	18	54	72

* หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องงานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า บูรณาการการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบโครงงานเป็นฐาน (PjBL)

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ปฏิบัติการต่อสายวจร อินพุต เอาต์พุต เชื่อมต่อกับเครื่องโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเบื้องต้นอย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

-

3. สมรรถนะประจำหัวข้อเรื่อง

3.1) แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการใช้งานของสวิตช์ เซ็นเซอร์ประเภทต่าง ๆ และอุปกรณ์เอาต์พุต

3.2) ต่อวงจรอินพุตแบบ Sink และ Source ตามมาตรฐานการใช้งาน

3.3) เขียนและทดสอบโปรแกรมควบคุม สำหรับการรับ-ส่งสัญญาณ I/O ตามเงื่อนไขที่กำหนด

4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1) บอกชนิดของของอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุตได้

2) บอกหลักการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุตได้

3) เขียนโปรแกรมสำหรับรับ-ส่ง สัญญาณ อินพุต เอาต์พุต

4) ออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้

5) ต่อใช้งานสวิตช์ประเภทต่าง ๆ ได้

6) ต่อใช้งานเซ็นเซอร์ประเภทต่าง ๆ ได้

7) ต่อวงจรแบบ Sink และ Source สำหรับอินพุตได้

8) ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเบื้องต้นได้

	แผนการจัดการเรียนรู้	**หน่วยที่** 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

5. สาระการเรียนรู้

5.1 อุปกรณ์อินพุต

5.1.1 ความหมายอุปกรณ์อินพุต (Input)

5.1.2 ชนิดของอุปกรณ์อินพุตและหลักการทำงานเบื้องต้น

ก) แบ่งตามลักษณะสัญญาณ (Signal Types)

ข) แบ่งตามประเภทอุปกรณ์ (Device Types)

ค) แบ่งตามวิธีการต่อวงจร (Wiring Types)

5.1.3 การต่อใช้งานอุปกรณ์อินพุต

ก) การต่อใช้งานสวิตช์ปุ่มกด, Limit Switch

ข) การต่อใช้งานเซ็นเซอร์ (Proximity Sensor)

- เซ็นเซอร์ชนิด NPN

- เซ็นเซอร์ชนิด PNP

ค) การต่อใช้งานเซ็นเซอร์ตรวจจับสี

5.2 อุปกรณ์เอาต์พุต

5.2.1 ความหมายอุปกรณ์เอาต์พุต (Output)

5.2.2 ชนิดของอุปกรณ์เอาต์พุต

ก) แบ่งตามลักษณะสัญญาณ (Signal Types)

ข) แบ่งตามการแสดงผล (Action Produced)

5.1.3 การต่อใช้งานอุปกรณ์เอาต์พุต

ก) การต่อใช้งานหลอดแสดงผล

ข) การต่อใช้งานรีเลย์

5.3 การเขียนโปรแกรม PLC รับ – ส่งสัญญาณ อินพุต เอาต์พุต

5.4 แนวทางการประยุกต์ใช้งาน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

6. กิจกรรมการเรียนรู้

สัปดาห์ที่ 8	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมผู้เรียน**
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	**ขั้นสนใจปัญหา**
1) ตรวจสอบรายชื่อนักเรียนที่เข้าเรียน	1) ให้ความร่วมมือในการตรวจสอบรายชื่อนักเรียนเข้าเรียน
2) ร่วมกันทบทวน พูดคุย ถาม-ตอบ ในเรื่องเนื้อหาการเรียนในสัปดาห์ที่ผ่านมา	2) ร่วมสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับการเนื้อในสัปดาห์ที่ผ่านมา และแสดงความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียน
3) นำเข้าสู่บทเรียน และบอกจุดประสงค์ประสงค์ของเรื่องที่จะเรียน	
ขั้นให้เนื้อหา	**ขั้นศึกษาข้อมูล**
1) ผู้สอนถามถาม-ตอบในเรื่องอุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต	1) นักเรียนถาม- ตอบสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับเรื่องอุปกรณ์อินพุต -เอาต์พุต
2) ผู้สอนดำเนินการสอนภาคทฤษฎี ตามสาระการเรียนรู้ โดยบรรยาย สลับกับกิจกรรม - กิจกรรมถาม-ตอบ - สาธิตการใช้งานอุปกรณ์	2) นักเรียนฟังครูอธิบายเกี่ยวกับสาระเนื้อหา ถาม- ตอบสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ และสังเกตการสาธิต และจดบันทึกเนื้อหา
ขั้นตอนที่ 1 กำหนดประเด็นปัญหา 3) ผู้สอนชี้แจงการทำโครงงานในหน่วยที่เรียน โดยเริ่มจากขั้นการกำหนดประเด็นปัญหาที่สนใจในการศึกษา ผู้เรียนจับกลุ่ม 4-5 คนต่อกลุ่ม ร่วมกันสืบค้นประเด็นที่ผู้เรียนสนใน ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ควบคุมอุปกรณ์อินพุต และเอาต์ ควบคุมการคัดแยกวัตถุ ตามลักษณะของวัตถุ เช่น สี ชนิดของวัตถุ 4) ผู้สอนร่วมกันสรุปเนื้อหาทฤษฎี	3) นักเรียนจับกลุ่ม 4-5 คนสนทนาแลกเปลี่ยนปัญหาที่สนใจในการศึกษา 4) นักเรียนกับผู้สอนร่วมกันในการสรุปเนื้อหาทฤษฎีที่เรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

กิจกรรมครู	กิจกรรมผู้เรียน
ขั้นให้แบบฝึกหัด	**ขั้นพยายาม**
1) ผู้สอนแจกใบปฏิบัติงานการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต และแบบฟอร์มการเขียนเค้าโครงของโครงงาน	1) นักเรียนปฏิบัติงานการต่อใช้งานอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ตามใบงานที่ได้รับมอบหมายอย่างตั้งใจ
2) ผู้สอนเตรียมฉลากเพื่อให้นักเรียนจับในการเลือกชนิดของเซ็นเซอร์เพื่อเป็นเงื่อนไขในการออกแบบสร้างชิ้นงาน สังเกตการณ์ทำงานของผู้เรียน และให้คำแนะนำ	2) ตัวแทนกลุ่มจับฉลากเพื่อได้ทราบถึงชนิดของเซ็นเซอร์ที่ต้องใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานตามเงื่อนไขต่อไป
ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ปัญหาและวางแผนดำเนินการ 3) ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนดำเนินการ ผู้เรียนกำหนดจุดประสงค์ ตั้งสมมติฐาน และกำหนดวิธีการศึกษา และเก็บข้อมูล โดยคิดทบทวนไตร่ตรอง หาเหตุผลประกอบการตัดสินใจ และเขียนเค้าโครงของโครงงานตามแบบฟอร์มที่กำหนด	3) นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนดำเนินการและเขียนเค้าโครงของโครงงานตามแบบฟอร์มที่กำหนด
ขั้นตรวจสอบผล	**พิจารณาผล**
1) ครูตรวจสอบงานที่มอบหมาย/การปฏิบัติงานของผู้เรียนรายบุคคล	1) แสดงผลการปฏิบัติ
2) ผู้สอนแจ้งคะแนน	2) จดบันทึกคะแนนที่ได้ของตนเอง
3) ผู้สอนมอบหมายงานให้ศึกษาทบทวนเนื้อหาเพิ่มจากที่เรียน และดำเนินการเขียนโครงร่างของโครงงานให้สมบูรณ์	
4) ผู้สอนและนักเรียนสรุปผลสาระสำคัญร่วมกัน	3) นักเรียนร่วมสรุปสาระสำคัญ
5) ให้นักเรียนสอบถามข้อสงสัย	4) นักเรียนสอบถามครูผู้สอน
6) มอบหมายเวรทำความสะอาด	5) นักเรียนทำความสะอาดห้องเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

สัปดาห์ที่ 9	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมผู้เรียน**
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	**ขั้นสนใจปัญหา**
1) ตรวจสอบรายชื่อนักเรียนที่เข้าเรียน	1) ให้ความร่วมมือในการตรวจสอบรายชื่อนักเรียนเข้าเรียน
2) ร่วมกันทบทวน พูดคุย ถาม-ตอบ ในเรื่องเนื้อหาการเรียนในสัปดาห์ที่ผ่านมา	2) ร่วมสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับการเนื้อในสัปดาห์ที่ผ่านมา และแสดงความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียน
3) นำเข้าสู่บทเรียน และบอกจุดประสงค์ประสงค์ของเรื่องที่จะเรียน	
ขั้นให้เนื้อหา	**ขั้นศึกษาข้อมูล**
1) ผู้สอนถามถาม-ตอบในเรื่องอุปกรณ์อินพุต -เอาต์พุต	1) นักเรียนถาม- ตอบสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับเรื่องอุปกรณ์อินพุต -เอาต์พุต
2) ผู้สอนดำเนินการสอนภาคทฤษฎี ตามสาระการเรียนรู้ โดยบรรยาย สลับกับกิจกรรม - กิจกรรมถาม-ตอบ - สาธิตการใช้งานอุปกรณ์	2) นักเรียนฟังครูอธิบายเกี่ยวกับสาระเนื้อหา ถาม- ตอบสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้และสังเกต การสาธิต และจดบันทึกเนื้อหา
3) ผู้สอนร่วมกันสรุปเนื้อหาทฤษฎี	3) นักเรียนกับผู้สอนร่วมกันในการสรุปเนื้อหาทฤษฎีที่เรียน
ขั้นให้แบบฝึกหัด	**ขั้นพยายาม**
1) ผู้สอนแจกใบปฏิบัติงานการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต	
2) สังเกตการณ์ทำงานของผู้เรียน และให้คำแนะนำ	1) นักเรียนปฏิบัติงานการต่อใช้งานอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ตามใบงานที่ได้รับมอบหมายอย่างตั้งใจ

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

กิจกรรมครู	กิจกรรมผู้เรียน
ขั้นตอนที่ 3 ปฏิบัติการตามแผน 3) ขั้นลงมือปฏิบัติการตามแผน ผู้เรียนช่วยกันลงมือสร้าง/พัฒนา/ประดิษฐ์ หรือแก้ปัญหาตามที่ได้กำหนดไว้ ดำเนินการเป็นขั้นตอน	3) นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผน ผู้เรียนช่วยกันลงมือสร้าง/พัฒนา/ประดิษฐ์ หรือแก้ปัญหาตามที่ได้กำหนดไว้
ขั้นตรวจสอบผล	**พิจารณาผล**
1) ครูตรวจสอบงานที่มอบหมาย/การปฏิบัติงานของผู้เรียนรายบุคคล และกลุ่มโครงงาน	1) แสดงผลการปฏิบัติ
2) ผู้สอนแจ้งคะแนน	2) จดบันทึกคะแนนที่ได้ของตนเอง
3) ผู้สอนมอบหมายงานให้ศึกษาทบทวนเนื้อหาเพิ่มจากที่เรียน และดำเนินการลงมือสร้าง/พัฒนา/ประดิษฐ์ หรือแก้ปัญหาตามที่ได้กำหนดไว้ ต่อไป	
4) ให้นักเรียนสอบถามข้อสงสัย	3) นักเรียนสอบถามครูผู้สอน
5) มอบหมายเวรทำความสะอาด	4) นักเรียนทำความสะอาดห้องเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

สัปดาห์ที่ 10	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมผู้เรียน**
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	**ขั้นสนใจปัญหา**
1) ตรวจสอบรายชื่อนักเรียนที่เข้าเรียน	1) ให้ความร่วมมือในการตรวจสอบรายชื่อนักเรียนเข้าเรียน
2) ร่วมกันทบทวน พูดคุย ถาม-ตอบ ในเรื่องเนื้อหาการเรียนในสัปดาห์ที่ผ่านมา	2) ร่วมสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับการเนื้อในสัปดาห์ที่ผ่านมา และแสดงความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียน
3) นำเข้าสู่บทเรียน และบอกจุดประสงค์ประสงค์ของเรื่องที่จะเรียน	
ขั้นให้เนื้อหา	**ขั้นศึกษาข้อมูล**
1) ผู้สอนถามถาม-ตอบในเรื่องอุปกรณ์อินพุต -เอาต์พุต	1) นักเรียนถาม- ตอบสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับเรื่องอุปกรณ์อินพุต -เอาต์พุต
2) ผู้สอนดำเนินการสอนภาคทฤษฎี ตามสาระการเรียนรู้ โดยบรรยาย สลับกับกิจกรรม - กิจกรรมถาม-ตอบ - สาธิตการใช้งานอุปกรณ์	2) นักเรียนฟังครูอธิบายเกี่ยวกับสาระเนื้อหา ถาม- ตอบสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้และสังเกต การสาธิต และจดบันทึกเนื้อหา
3) ผู้สอนร่วมกันสรุปเนื้อหาทฤษฎี	3) นักเรียนกับผู้สอนร่วมกันในการสรุปเนื้อหาทฤษฎีที่เรียน
ขั้นให้แบบฝึกหัด	**ขั้นพยายาม**
1) ผู้สอนแจกใบปฏิบัติงานการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต	
2) สังเกตการณ์ทำงานของผู้เรียน และให้คำแนะนำ	1) นักเรียนปฏิบัติงานการต่อใช้งาน ตามใบงานที่ได้รับมอบหมายอย่างตั้งใจ

	แผนการจัดการเรียนรู้	**หน่วยที่** 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

กิจกรรมครู	กิจกรรมผู้เรียน
ขั้นตอนที่ 3 ปฏิบัติการตามแผน 3) ขั้นลงมือปฏิบัติการตามแผน ผู้เรียนช่วยกันลงมือสร้าง/พัฒนา/ประดิษฐ์ หรือแก้ปัญหาตามที่ได้กำหนดไว้ ดำเนินการเป็นขั้นตอน	3) นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผน ผู้เรียนช่วยกันลงมือสร้าง/พัฒนา/ประดิษฐ์ หรือแก้ปัญหาตามที่ได้กำหนดไว้
ขั้นตอนที่ 4 การเขียนรายงาน 4) ขั้นการเขียนรายงาน ผู้เรียนช่วยกันเรียบเรียงเขียนเป็นรายงานในการศึกษา/การพัฒนา/สร้าง ในประเด็นที่ผู้เรียนได้กำหนดไว้ ในรูปแบบรายงาน	4) เรียนช่วยกันเรียบเรียงเขียนเป็นรายงานในการศึกษา/การพัฒนา/สร้าง ในประเด็นที่ผู้เรียนได้กำหนดไว้ ในรูปแบบรายงาน
ขั้นตรวจสอบผล	**พิจารณาผล**
1) ครูตรวจสอบงานที่มอบหมาย/การปฏิบัติงานของผู้เรียนรายบุคคล และกลุ่มโครงงาน	1) แสดงผลการปฏิบัติ
2) ผู้สอนแจ้งคะแนน	2) จดบันทึกคะแนนที่ได้ของตนเอง
3) ผู้สอนมอบหมายงานให้ศึกษาทบทวนเนื้อหาเพิ่มจากที่เรียน และดำเนินการลงมือเขียนสรุปโครงงานและเตรียมนำเสอนผลงานตามที่ได้กำหนดไว้ ต่อไป	
4) ให้นักเรียนสอบถามข้อสงสัย	3) นักเรียนสอบถามครูผู้สอน
5) มอบหมายเวรทำความสะอาด	4) นักเรียนทำความสะอาดห้องเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

สัปดาห์ที่ 11	
กิจกรรมครู	**กิจกรรมผู้เรียน**
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	**ขั้นสนใจปัญหา**
1) ตรวจสอบรายชื่อนักเรียนที่เข้าเรียน	1) ให้ความร่วมมือในการตรวจสอบรายชื่อนักเรียนเข้าเรียน
2) ร่วมกันทบทวน พูดคุย ถาม-ตอบ ในเรื่องเนื้อหาการเรียนในสัปดาห์ที่ผ่านมา	2) ร่วมสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับการเนื้อในสัปดาห์ที่ผ่านมา และแสดงความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียน
3) นำเข้าสู่บทเรียน และบอกจุดประสงค์ประสงค์ของเรื่องที่จะเรียน	
ขั้นให้เนื้อหา	**ขั้นศึกษาข้อมูล**
1) ผู้สอนถามถาม-ตอบในเรื่องอุปกรณ์อินพุต -เอาต์พุต	1) นักเรียนถาม- ตอบสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับเรื่องอุปกรณ์อินพุต -เอาต์พุต
2) ผู้สอนดำเนินการสอนภาคทฤษฎี ตามสาระการเรียนรู้ โดยบรรยาย สลับกับกิจกรรม - กิจกรรมถาม-ตอบ - สาธิตการใช้งานอุปกรณ์	2) นักเรียนฟังครูอธิบายเกี่ยวกับสาระเนื้อหา ถาม- ตอบสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้และสังเกต การสาธิต และจดบันทึกเนื้อหา
3) ผู้สอนร่วมกันสรุปเนื้อหาทฤษฎี	3) นักเรียนกับผู้สอนร่วมกันในการสรุปเนื้อหาทฤษฎีที่เรียน
ขั้นให้แบบฝึกหัด	**ขั้นพยายาม**
1) ผู้สอนแจกใบปฏิบัติงานการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต	
2) สังเกตการณ์ทำงานของผู้เรียน และให้คำแนะนำ	1) นักเรียนปฏิบัติงานการต่อใช้งาน ตามใบงานที่ได้รับมอบหมายอย่างตั้งใจ

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

กิจกรรมครู	กิจกรรมผู้เรียน
ขั้นตอนที่ 5 PjBL ขั้นนำเสนอผลงาน 3) ขั้นนำเสนอผลงาน ผู้เรียนศึกษาวิธีการนำเสนอที่หลากหลาย เลือกวิธีที่เหมาะสมและเตรียมการนำเสนอผลที่ได้จากการทำโครงงานทั้งกระบวนการศึกษาและผลที่ได้จากการศึกษา	3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของกลุ่ม โดยกลุ่มละ 10-15 นาที
4) ผู้สอนร่วมรับฟังการนำเสนอผลงานของผู้เรียน และร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สอบถาม ในประเด็นที่ควรเน้นย้ำให้กับผู้เรียน	4) นักเรียนร่วมกันรับฟังการนำเสนอผลงานของเพื่อนและร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการนำเสนอผลงาน
ขั้นตรวจสอบผล	**พิจารณาผล**
1) ครูตรวจสอบงานที่มอบหมาย/การปฏิบัติงานของผู้เรียนรายบุคคล และกลุ่มโครงงาน	1) แสดงผลการปฏิบัติ
2) ผู้สอนแจ้งคะแนน	2) จดบันทึกคะแนนที่ได้ของตนเอง
3) ผู้สอนมอบหมายงานให้ศึกษาทบทวนเนื้อหาเพิ่มจากที่เรียน และนำข้อเสอนแนะที่ผู้สอนและเพื่อนในห้องร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นไปปรับประยุกต์ใช้ในการทำงานต่อไป	
4) ให้นักเรียนสอบถามข้อสงสัย	3) นักเรียนสอบถามครูผู้สอน
5) มอบหมายเวรทำความสะอาด	4) นักเรียนทำความสะอาดห้องเรียน

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อสิ่งพิมพ์

1) หนังสือเรียนการโปรมแกรมและการควบคุมไฟฟ้า

2) ใบความรู้เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต

3) แบบประเมินการปฏิบัติงาน

4) แบบประเมินการปฏิบัติงานกลุ่มโครงงาน

7.2 สื่อโสตทัศน์

1) Projectors

2) คอมพิวเตอร์

7.3 สื่อของจริง

1) ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)

2) ชุดฝึกทดลองโปรแกรมแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) FX5U

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 ใบปฏิบัติงาน

8.2 แบบประเมินการปฏิบัติงาน

8.3 แบบประเมินการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การประเมินงานที่ได้รับมอบหมายมีเกณฑ์ดังนี้

ร้อยละ 80 – 100 หมายถึง ผลการปฏิบัติดีมาก

ร้อยละ 70 – 79 หมายถึง ผลการปฏิบัติดี

ร้อยละ 60 – 69 หมายถึง ผลการปฏิบัติปานกลาง

ร้อยละ 50 – 59 หมายถึง ผลการปฏิบัติผ่านเกณฑ์

ต่ำกว่าร้อยละ 50 หมายถึง ผลการปฏิบัติไม่ผ่านเกณฑ์

	แผนการจัดการเรียนรู้	**หน่วยที่** 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

รายการประเมิน	คะแนน	
	เต็ม	ที่ได้
1. ขั้นการเตรียมอุปกรณ์		
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้ครบถ้วนตามใบงาน	3	
2. เลือกใช้สายไฟเหมาะสมกับชนิดอินพุต–เอาต์พุต	2	
3. ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ก่อนใช้งาน	3	
4. จัดเตรียมอุปกรณ์เป็นระเบียบ พร้อมใช้งาน	2	
5. ปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยก่อนเริ่มงาน	2	
2. ขั้นการตรวจสอบ		
1. ตรวจสอบผังการต่อสาย (Wiring Diagram) ก่อนปฏิบัติงาน	3	
2. ตรวจสอบตำแหน่งขั้วอินพุต–เอาต์พุตให้ถูกต้อง	2	
3. ตรวจสอบแรงดันและชนิดสัญญาณให้ตรงกับอุปกรณ์	2	
4. ตรวจสอบความแน่นหนาและความถูกต้องของสายไฟ	3	
5. ตรวจสอบความเรียบร้อยของระบบก่อนจ่ายไฟและทดสอบ	1	
3. ขั้นปฏิบัติงาน		
1. ต่อสายอินพุต–เอาต์พุตได้ตรงตามผังวงจร	5	
2. ยึดสายเข้าขั้วต่อแน่นหนา ไม่หลวม	3	
3. แยกสายสัญญาณและสายกำลังได้ถูกต้อง	2	
4. ต่อสายได้เป็นระเบียบ สวยงาม และได้มาตรฐาน	2	
5. เขียนโปรแกรมได้ถูกต้องตามเงื่อนไข	3	
6. อัปโหลดโปรแกรมที่ออกแบบไปยัง PLC ได้ถูกต้อง	2	
7. ตรวจสอบสัญญาณตรงตามตาราง I/O ที่กำหนด	1	
8. อุกปกรณ์ทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไข	4	
4. กิจนิสัยและเวลา		
1. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจและรอบคอบ	1	
2. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงานอย่างสม่ำเสมอ	1	
3. ใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธีและระมัดระวัง	1	
4. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	1	
5. รับผิดชอบงาน ดูแลอุปกรณ์ และเก็บพื้นที่หลังเสร็จงาน	1	
รวมคะแนน	**50**	
ร้อยละการปฏิบัติ		

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

9.2 เกณฑ์การประเมินงานกลุ่มโครงงาน (PjBL)

1) เกณฑ์การประเมินงานกลุ่มโครงงาน (PjBL) ในขั้นที่ 1-5

ระดับคุณภาพ	**ช่วงคะแนน**	**ความหมาย**
ดีเยี่ยม	61 – 80 คะแนน	ปฏิบัติได้ครบถ้วน
ดี	41 – 60 คะแนน	ปฏิบัติได้ตามเกณฑ์ส่วนใหญ่
พอใช้	21 – 40 คะแนน	ปฏิบัติได้ตามเกณฑ์ขั้น
ปรับปรุง	ต่ำกว่า 20 คะแนน	ปฏิบัติไม่ครบตามเกณฑ์

9.3 เครื่องมือประเมิน

1) แบบประเมินการปฏิบัติงาน

2) แบบประเมินการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

	แผนการจัดการเรียนรู้	**หน่วยที่** 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.2 ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1. อุปกรณ์อินพุต

1.1 ความหมายอุปกรณ์อินพุต (Input)

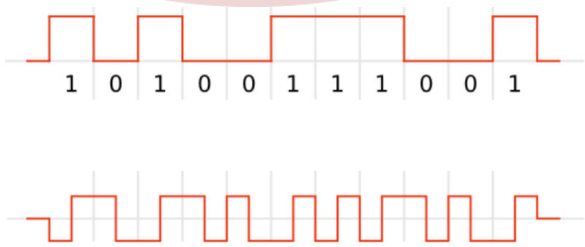
อุปกรณ์อินพุต (Input) ของ PLC เป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่รับสัญญาณหรือข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกเข้าสู่ระบบควบคุม เพื่อให้ PLC นำข้อมูลเหล่านั้นไปประมวลผลและตัดสินใจสั่งงานอุปกรณ์เอาต์พุตตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ การทำงานของอินพุตจึงเปรียบเสมือนประสาทสัมผัสของ PLC ที่ช่วยให้ระบบรับรู้สถานะและสภาพแวดล้อมของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตได้อย่างถูกต้อง

1.2 ชนิดของอุปกรณ์อินพุตและหลักการทำงานเบื้องต้น

1.2.1 แบ่งตามลักษณะสัญญาณ (Signal Types)

เมื่อพิจารณาการแบ่งชนิดของอินพุตตามลักษณะสัญญาณ (Signal Types) สามารถจำแนกได้เป็นหลายประเภท โดยประเภทพื้นฐานที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ อินพุตแบบดิจิทัล อินพุตแบบแอนะล็อก และอินพุตแบบพัลส์หรือความเร็วสูง

1) อินพุตแบบดิจิทัล (Digital Input) เป็นอินพุตที่รับสัญญาณซึ่งมีเพียงสองสถานะ คือ เปิดหรือปิด (ON/OFF) หรือ 1 และ 0 สัญญาณลักษณะนี้มักเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าคงที่ เช่น 24 โวลต์กระแสตรง หรือ 220 โวลต์กระแสสลับ อุปกรณ์ที่ให้สัญญาณดิจิทัล ได้แก่ ปุ่มกด ลิมิตสวิตช์ สวิตช์เลือก รวมถึงเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เช่น Proximity Sensor และ Photoelectric Sensor อินพุตชนิดนี้เหมาะสำหรับการตรวจสอบสถานะ การเริ่มหรือหยุดการทำงานของเครื่องจักร และการตรวจจับตำแหน่งของชิ้นงาน



ภาพที่ 1 ลักษณะสัญญาณดิจิตอล

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

ซึ่งมีอุปกรณ์ที่สั่งสัญญาณอินพุตแบบดิจิตอลดังนี้

ก) ปุ่มกด (Push Button) ปุ่มกดเป็นอุปกรณ์อินพุตที่ทำงานโดยการ กดด้วยมือของผู้ใช้งาน เมื่อกดปุ่ม หน้าสัมผัสภายในจะเปลี่ยนสถานะจากเปิดเป็นปิด หรือจากปิดเป็นเปิด ทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าส่งเข้าสู่ PLC ปุ่มกดแบ่งได้เป็นแบบ ปกติเปิด (Normally Open: NO) และ ปกติปิด (Normally Closed: NC) โดยมักใช้สำหรับสั่งเริ่ม (Start) หยุด (Stop) หรือควบคุมการทำงานพื้นฐานของเครื่องจักร



ภาพที่ 2 สวิสต์ปุ่มกด

ข) ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) ลิมิตสวิตช์เป็นอุปกรณ์อินพุตที่ทำงานโดยการสัมผัสทางกายภาพ เมื่อชิ้นงานหรือส่วนของเครื่องจักรเคลื่อนที่ไปกระทบกับตัวกดของลิมิตสวิตช์ หน้าสัมผัสภายในจะเปลี่ยนสถานะ ส่งสัญญาณไปยัง PLC ลิมิตสวิตช์มักใช้สำหรับ ตรวจจับตำแหน่งจุดสิ้นสุดการเคลื่อนที่ หรือป้องกันการเคลื่อนที่เกินระยะ ของเครื่องจักร



ภาพที่ 3 ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch)

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

ค) สวิตช์เลือก (Selector Switch) สวิตช์เลือกเป็นอุปกรณ์อินพุตที่ใช้สำหรับ เลือกโหมดหรือทิศทางการทำงาน โดยผู้ใช้งานหมุนสวิตช์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ เช่น โหมดอัตโนมัติ (Auto) โหมดแมนนวล (Manual) หรือเลือกเดินหน้า–ถอยหลัง สวิตช์เลือกจะค้างอยู่ที่ตำแหน่งที่เลือก ทำให้ PLC รับรู้สถานะโหมดการทำงานอย่างต่อเนื่องจนกว่าจะมีการเปลี่ยนตำแหน่งใหม่



ภาพที่ 4 สวิตช์เลือก (Selector Switch)

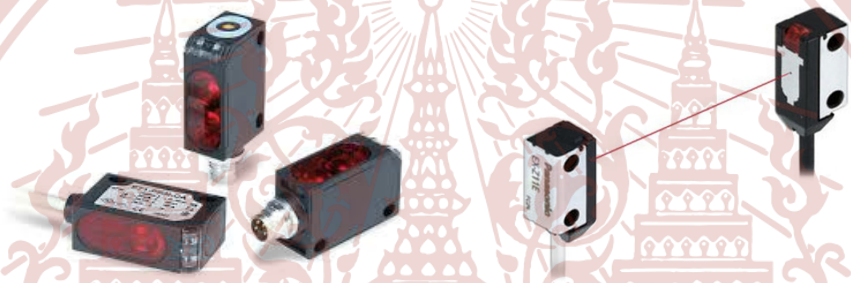
ง) Proximity Sensor เป็นเซ็นเซอร์ที่ทำงานโดย ไม่ต้องสัมผัสวัตถุโดยตรง เมื่อมีวัตถุเข้าใกล้ในระยะที่กำหนด เซ็นเซอร์จะตรวจจับและเปลี่ยนสถานะสัญญาณส่งไปยัง PLC โดยทั่วไป Proximity Sensor ใช้ตรวจจับวัตถุโลหะ (Inductive) หรือวัตถุทั่วไป (Capacitive) เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความรวดเร็ว ลดการสึกหรอ และใช้ในสายการผลิตอัตโนมัติ



ภาพที่ 5 Proximity Sensor

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

จ) Photoelectric Sensor ทำงานโดยใช้ ลำแสง เป็นตัวตรวจจับ เมื่อมีวัตถุผ่านลำแสงหรือสะท้อนลำแสงกลับไปยังตัวรับ เซ็นเซอร์จะเปลี่ยนสถานะสัญญาณและส่งไปยัง PLC เซ็นเซอร์ชนิดนี้สามารถตรวจจับวัตถุได้หลากหลายชนิด ทั้งโลหะและอโลหะ และนิยมใช้ในงานตรวจจับชิ้นงานบนสายพาน นับจำนวนสินค้า หรือควบคุมตำแหน่ง



ภาพที่ 6 Photoelectric Sensor

ฉ) Emergency Stop Switch เป็นอุปกรณ์อินพุตด้าน ความปลอดภัย ใช้สำหรับหยุดการทำงานของเครื่องจักรทันทีเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน เมื่อกดสวิตช์ หน้าสัมผัสจะตัดวงจรหรือส่งสัญญาณหยุดไปยัง PLC เพื่อสั่งหยุดระบบทั้งหมด สวิตช์ชนิดนี้มักเป็นแบบ ปกติปิด (NC) เพื่อให้มั่นใจว่าหากสายขาดหรืออุปกรณ์เสีย ระบบจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ

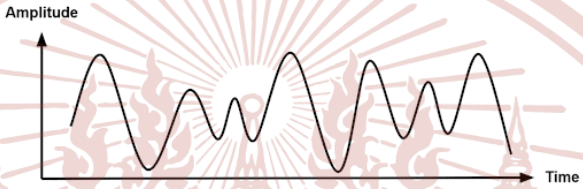


ภาพที่ 6 Emergency Stop Switch

2) อินพุตแบบแอนะล็อก (Analog Input) เป็นอินพุตที่รับสัญญาณในลักษณะค่าต่อเนื่อง ซึ่งสามารถแสดงระดับหรือปริมาณของตัวแปรทางกายภาพได้ เช่น อุณหภูมิ ความดัน ระดับน้ำ หรืออัตราการไหล สัญญาณแอนะล็อกที่นิยมใช้ ได้แก่ สัญญาณแรงดันไฟฟ้าในช่วง 0–10 โวลต์ และสัญญาณกระแสไฟฟ้าในช่วง 4–20 มิลลิแอมแปร์ PLC จะทำการแปลงสัญญาณเหล่านี้เป็นค่า

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

ตัวเลขเพื่อใช้ในการประมวลผล อุปกรณ์อินพุตแอนะล็อกจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในระบบควบคุมที่ต้องการความแม่นยำและการปรับค่าการทำงานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอินพุตแอนะล็อก



ภาพที่ 7 สัญญาณแอนะล็อก

ก) Temperature Sensor (RTD, Thermocouple) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ วัดอุณหภูมิ และส่งค่าอุณหภูมิในรูปของสัญญาณแอนะล็อกเข้าสู่ PLC

- RTD (Resistance Temperature Detector) ทำงานโดยอาศัยหลักการที่ ค่าความต้านทานไฟฟ้าของโลหะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความต้านทานจะเพิ่มขึ้น วงจรจะนำค่าความต้านทานนี้ไปแปลงเป็นสัญญาณแรงดันหรือกระแสไฟฟ้า เช่น 4–20 mA ส่งเข้าสู่ PLC ข้อดีของ RTD คือมีความแม่นยำสูงและเสถียร เหมาะสำหรับงานควบคุมอุณหภูมิที่ต้องการความละเอียด



(RTD) (Thermocouple)

ภาพที่ 8 Temperature Sensor

- Thermocouple ทำงานตามหลักการ เทอร์โมอิเล็กทริก (Seebeck Effect) เมื่อโลหะต่างชนิดสองชนิดเชื่อมต่อกันและมีความแตกต่างของอุณหภูมิ จะเกิดแรงดันไฟฟ้าขนาดเล็กขึ้น แรงดันนี้จะถูกส่งไปยัง PLC เพื่อแปลงเป็นค่าอุณหภูมิ Thermocouple เหมาะสำหรับการวัดอุณหภูมิสูงและสภาพแวดล้อมที่รุนแรง

ข) Pressure Sensor เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ วัดความดันของของเหลวหรือแก๊ส เมื่อความดันกระทำต่อแผ่นรับแรงหรือไดอะแฟรมภายในเซ็นเซอร์ จะทำให้เกิดการ

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

เปลี่ยนแปลงของค่าทางไฟฟ้า เช่น ความต้านทานหรือแรงดันไฟฟ้า สัญญาณดังกล่าวจะถูกแปลงเป็นสัญญาณแอนะล็อก เช่น 0–10 V หรือ 4–20 mA แล้วส่งไปยัง PLC เพื่อใช้ในการตรวจสอบและควบคุมระบบ เช่น ระบบไฮดรอลิกหรือระบบลม



ภาพที่ 8 Pressure Sensor

ค) Level Sensor (วัดระดับน้ำ/ของเหลว) ใช้สำหรับ ตรวจวัดระดับของเหลวภายในถังหรือภาชนะ โดยอาศัยหลักการทำงานที่แตกต่างกัน เช่น แรงดันของของเหลว การลอยตัว หรือคลื่นอัลตราโซนิก เมื่อระดับของเหลวเปลี่ยนแปลง ค่าสัญญาณแอนะล็อกที่ส่งออกมาจะเปลี่ยนไปตามระดับนั้น PLC จะนำค่านี้ไปใช้ควบคุมการเติมหรือระบายของเหลว เพื่อป้องกันการล้นหรือการขาดของเหลวในระบบ



ภาพที่ 9 Level Sensor

ง) Flow Sensor เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ วัดอัตราการไหลของของเหลวหรือแก๊ส เมื่อของไหลเคลื่อนที่ผ่านเซ็นเซอร์ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกลหรือทางไฟฟ้าภายในเซ็นเซอร์ จากนั้นจะถูกแปลงเป็นสัญญาณแอนะล็อก เช่น 4–20 mA

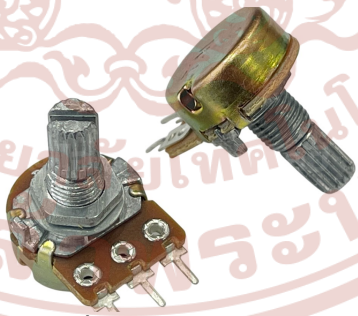
	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

ส่งไปยัง PLC PLC สามารถใช้ข้อมูลนี้ในการควบคุมปริมาณการไหลให้เป็นไปตามค่าที่ต้องการ เช่น ในระบบผสมของเหลวหรือระบบหล่อเย็น



ภาพที่ 9 Flow Sensor

จ) Potentiometer (ตัวต้านทานปรับค่าได้) เป็นอุปกรณ์อินพุตแอนะล็อกที่ทำงานโดย การปรับค่าความต้านทานด้วยมือหรือการหมุนแกน เมื่อมีการหมุนแกน ค่าความต้านทานจะเปลี่ยนไป ทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ส่งออกไปยัง PLC เปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งของแกน Potentiometer มักใช้สำหรับ ปรับตั้งค่า เช่น ความเร็วรอบมอเตอร์ ระดับแสง หรือค่าตัวแปรต่าง ๆ ในระบบควบคุม



ภาพที่ 10 Potentiometer

นอกจากนี้ ยังมีอินพุตแบบพัลส์หรืออินพุตความเร็วสูง (Pulse หรือ High-Speed Input) ซึ่งใช้สำหรับรับสัญญาณที่เป็นจังหวะหรือความถี่สูง อินพุตชนิดนี้เหมาะสำหรับการวัดความเร็ว การนับจำนวน หรือการตรวจจับตำแหน่ง เช่น การใช้งานร่วมกับเอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) หรือเซ็นเซอร์นับชิ้นงาน อินพุตประเภทนี้ช่วยให้ PLC สามารถควบคุมระบบที่ต้องการความรวดเร็วและความแม่นยำสูงได้

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1.2.2) แบ่งตามประเภทอุปกรณ์ (Device Types)

ก) อุปกรณ์อินพุตจากผู้ควบคุม (Manual Input Devices) เป็นอุปกรณ์ที่ผู้ใช้งานใช้ในการสั่งการโดยตรง เช่น การเริ่มหรือหยุดการทำงานของเครื่องจักร หรือการเลือกโหมดการทำงาน อุปกรณ์ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ปุ่มกด สวิตช์เลือก สวิตช์โยก และสวิตช์หยุดฉุกเฉิน อุปกรณ์เหล่านี้ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมและโต้ตอบกับระบบได้อย่างสะดวกและปลอดภัย

ข) อุปกรณ์อินพุตจากการสัมผัสเชิงกล (Mechanical Input Devices) เป็นอุปกรณ์ที่ตรวจจับการเคลื่อนที่หรือการกระทบทางกายภาพของชิ้นงานหรือส่วนประกอบของเครื่องจักร ตัวอย่างเช่น ลิมิตสวิตช์และไมโครสวิตช์ ซึ่งมักใช้สำหรับตรวจจับตำแหน่ง จุดสิ้นสุดการเคลื่อนที่ หรือการป้องกันการทำงานเกินระยะของเครื่องจักร อุปกรณ์ประเภทนี้มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนและมีความน่าเชื่อถือในการใช้งาน

ค) อุปกรณ์อินพุตประเภทเซ็นเซอร์แบบไม่สัมผัส (Non-Contact Sensors)เป็นอุปกรณ์ที่สามารถตรวจจับวัตถุหรือสภาพแวดล้อมโดยไม่ต้องสัมผัสโดยตรง ช่วยลดการสึกหรอของอุปกรณ์และเหมาะสำหรับระบบอัตโนมัติที่ต้องการความรวดเร็วและความแม่นยำ ตัวอย่างอุปกรณ์ในกลุ่มนี้ ได้แก่ Proximity Sensor, Photoelectric Sensor และ Ultrasonic Sensor ซึ่งนิยมใช้ในงานตรวจจับชิ้นงานบนสายพานลำเลียง การนับจำนวน และการตรวจสอบตำแหน่ง

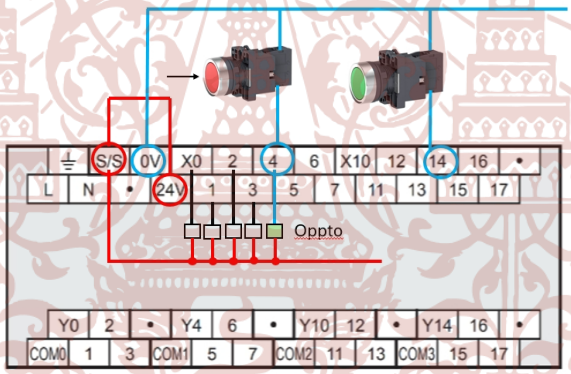
ง) อุปกรณ์อินพุตประเภทวัดค่าเชิงปริมาณ (Analog Sensor Devices) อุปกรณ์อินพุตประเภทวัดค่าเชิงปริมาณหรืออินพุตแบบแอนะล็อก ซึ่งทำหน้าที่วัดค่าทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เช่น อุณหภูมิ ความดัน ระดับของของเหลว และอัตราการไหล อุปกรณ์ในกลุ่มนี้ ได้แก่ Temperature Sensor, Pressure Sensor, Level Sensor, Flow Sensor และ Potentiometer สัญญาณที่ได้จะถูกส่งไปยัง PLC ในรูปของสัญญาณแอนะล็อก เช่น 0–10 โวลต์ หรือ 4–20 มิลลิแอมแปร์ เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการที่ต้องการความละเอียดและความแม่นยำสูง

จ) อุปกรณ์อินพุตแบบพัลส์หรือความเร็วสูง (Pulse / High-Speed Input Devices) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณในรูปของพัลส์หรือความถี่ อุปกรณ์กลุ่มนี้ใช้สำหรับการนับจำนวน การวัดความเร็ว หรือการตรวจจับตำแหน่ง เช่น Encoder และเซ็นเซอร์นับชิ้นงาน อินพุตประเภทนี้มีความสำคัญในระบบที่ต้องการการควบคุมการเคลื่อนที่และการทำงานที่แม่นยำ

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

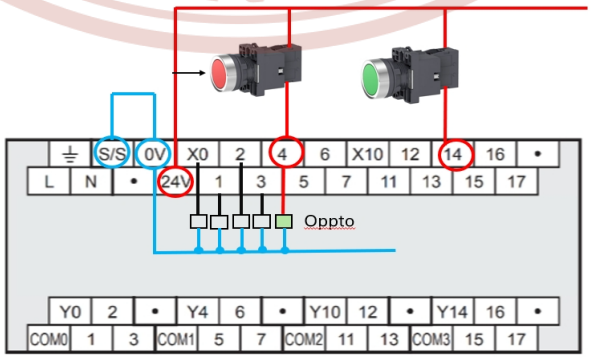
1.2.3) แบ่งตามวิธีการต่อวงจร (Wiring Types)

ก) การต่ออินพุตแบบซิงก์ (Sinking Input) เป็นรูปแบบการต่อวงจรที่ PLC ทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าจากอุปกรณ์ภายนอก โดยทั่วไปจะใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสตรง ขั้วรวม (COM) ของอินพุต PLC จะต่อกับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟ เมื่ออุปกรณ์อินพุต เช่น เซ็นเซอร์หรือสวิตช์ทำงาน จะจ่ายแรงดันไฟฟ้าขั้วบวกเข้าสู่ขาอินพุตของ PLC ทำให้ PLC ตรวจจับสถานะการทำงานได้ วิธีการต่อแบบนี้นิยมใช้ร่วมกับอุปกรณ์ที่เป็นแบบซอร์ส (Source)



ภาพที่ 11 การต่อวงจร Input แบบ Sink

ข) การต่ออินพุตแบบซอร์ส (Sourcing Input) เป็นการต่อวงจรที่ PLC เป็นฝ่ายจ่ายกระแสไฟฟ้าออกไปยังอุปกรณ์ภายนอก โดยขั้ว COM ของอินพุต PLC จะต่อกับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟ เมื่ออุปกรณ์อินพุตทำงาน จะทำให้วงจรต่อถึงขั้วลบหรือกราวด์ ส่งผลให้เกิดกระแสไหลและ PLC สามารถรับรู้สัญญาณได้ การต่อวงจรแบบนี้เหมาะสำหรับใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อินพุตที่เป็นแบบซิงก์ (Sink)



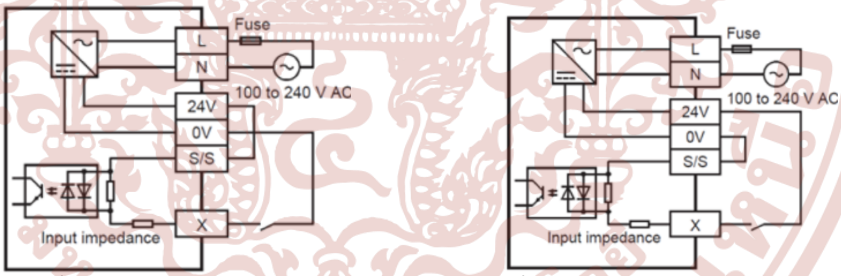
ภาพที่ 12 การต่อวงจร Input แบบ Source

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1.3 การต่อใช้งานอุปกรณ์อินพุต

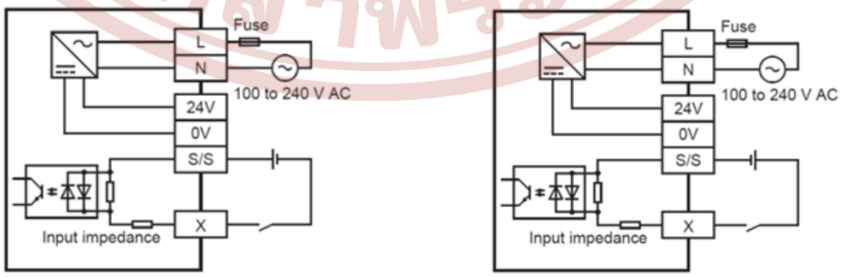
1.3.1) การต่อใช้งานอุปกรณ์อินพุตจากผู้ควบคุม (Manual Input Devices) ปุ่มกด (Push Button) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับคำสั่งจากผู้ใช้งานโดยตรง การต่อและการใช้งานอุปกรณ์ประเภทนี้กับ PLC ต้องคำนึงถึงชนิดของหน้าสัมผัส แรงดันไฟฟ้า และวิธีการต่อวงจร เพื่อให้ระบบทำงานได้ถูกต้องและปลอดภัย

โดยทั่วไป ปุ่มกดจะมีหน้าสัมผัสอยู่ 2 ลักษณะ คือ ปกติเปิด (Normally Open: NO) และปกติปิด (Normally Closed: NC) ปุ่มกดแบบปกติเปิดจะไม่มีสัญญาณไฟฟ้าไหลเข้าสู่ PLC ในขณะยังไม่กดปุ่ม เมื่อกดปุ่ม หน้าสัมผัสจะปิดวงจร ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าและ PLC จะรับรู้สถานะเป็น ON ส่วนปุ่มกดแบบปกติปิดจะมีสัญญาณไฟฟ้าไหลอยู่ตลอดในสภาวะปกติ และเมื่อกดปุ่ม หน้าสัมผัสจะเปิดวงจร ทำให้ PLC รับรู้สถานะเป็น OFF ซึ่งนิยมใช้ในวงจรที่ต้องการความปลอดภัย



(ก) การต่ออินพุตแบบ SINK (ข) การต่ออินพุตแบบ SOURCE

ภาพที่ 11 การต่อวงจร Input แบบ Sink และ Source (แหล่งจ่ายภายในตัวเครื่อง)



(ก) การต่ออินพุตแบบ SINK (ข) การต่ออินพุตแบบ SOURCE

ภาพที่ 12 การต่อวงจร Input แบบ Sink และ Source (แหล่งจ่ายภายนอกตัวเครื่อง)

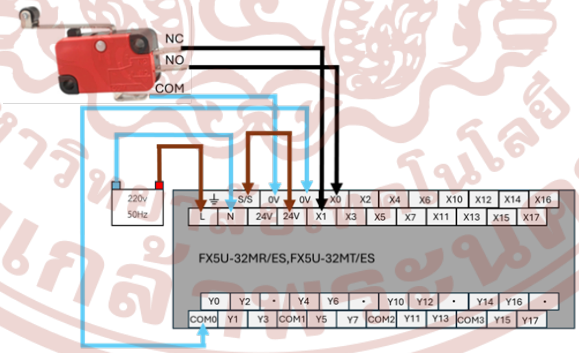
	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1.3.2) อุปกรณ์อินพุตจากการสัมผัสเชิงกล (Mechanical Input Devices) เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัย การสัมผัสหรือการกระทบทางกายภาพโดยตรง ระหว่างอุปกรณ์กับชิ้นงานหรือส่วนประกอบของเครื่องจักร เพื่อเปลี่ยนสถานะหน้าสัมผัสและส่งสัญญาณไฟฟ้าเข้าสู่ PLC อุปกรณ์อินพุตประเภทนี้มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน มีความแข็งแรง และนิยมใช้งานอย่างแพร่หลายในระบบควบคุมอัตโนมัติ

- วิธีการต่อใช้งานเลือกใช้หน้าสัมผัส NO (Normally Open) ปกติ OFF กดแล้ว ON หรือ NC (Normally Closed) ปกติ ON กดแล้ว OFF ตามที่ต้องการ การต่อเข้ากับ PLC ต่อสวิตช์เข้าที่ ขา Input ของ PLC ต่อขั้ว COM ให้ตรงกับชนิดอินพุต PLC อินพุตแบบ Sinking COM ต่อ 0V หรืออินพุตแบบ Sourcing COM ต่อ +24V

- หลักการทำงาน

เมื่อไม่มีการสัมผัส PLC รับค่าสถานะเดิมแต่เมื่อชิ้นงานมากดหรือชนสวิตช์หน้าสัมผัสเปลี่ยน PLC รับค่า ON หรือ OFF การใช้งานที่พบบ่อย ตรวจจับตำแหน่งปลายทางของเครื่องจักรป้องกันการเคลื่อนที่เกินระยะตรวจสอบการมีหรือไม่มีของชิ้นงาน



ภาพที่ 13 การต่อวงจร Input Limit Switch

1.3.3) การต่อใช้งานเซ็นเซอร์ (Proximity Sensor) เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุแบบไม่สัมผัส นิยมใช้ไฟ 24VDC และมีสาย 3 สาย โดยวิธีการต่อใช้งานมีขั้นตอนและหลักการดังนี้

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

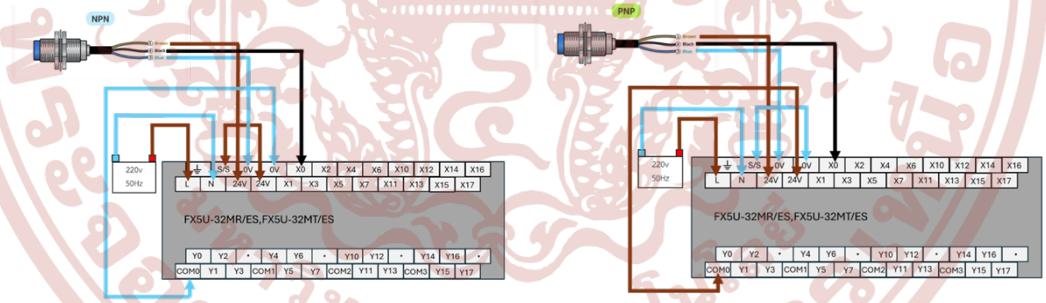
- การต่อสายพื้นฐาน

สีน้ำตาล (Brown) ต่อกับไฟ +24VDC

สีน้ำเงิน (Blue) ต่อกับ 0V (กราวด์)

สีดำ (Black) ต่อเข้าขา Input ของ PLC

การเลือกวิธีการต่อใช้งานต้องคำนึงถึงชนิดของเอาต์พุตเซ็นเซอร์ ซึ่งแบ่งได้เป็น แบบ NPN และแบบ PNP เซ็นเซอร์แบบ NPN จะทำงานในลักษณะดึงสัญญาณลงกราวด์ เมื่อเซ็นเซอร์ทำงาน กระแสไฟฟ้าจะไหลจาก PLC ผ่านอินพุตไปยังกราวด์ จึงเหมาะสำหรับใช้งานร่วมกับ PLC ที่มีอินพุตแบบซอร์ส ส่วนเซ็นเซอร์แบบ PNP จะทำงานในลักษณะจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมา เมื่อเซ็นเซอร์ทำงาน จะส่งแรงดันบวกไปยังขาอินพุตของ PLC จึงเหมาะสำหรับใช้งานร่วมกับ PLC ที่มีอินพุตแบบซิงก์



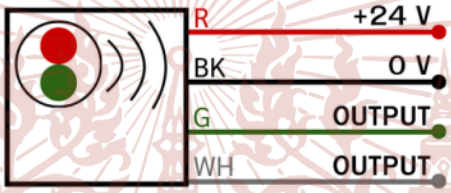
(ก) การต่ออินพุตแบบ NPN (ข) การต่ออินพุตแบบ PNP

ภาพที่ 14 การต่อใช้งานเซ็นเซอร์ Proximity Sensor

1.3.4) การต่อใช้งานเซ็นเซอร์ตรวจจับสี Color Sensor คืออุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับและจำแนกสีของวัตถุ โดยอาศัยหลักการของ การสะท้อนและการดูดกลืนแสง (Reflection & Absorption of Light) ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ของแสงที่มองเห็น (Visible Light) เช่น แดง (Red) เขียว (Green) และน้ำเงิน (Blue) เซ็นเซอร์ชนิดนี้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรม ระบบคัดแยกชิ้นงาน และระบบควบคุมอัตโนมัติร่วมกับ PLC เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดส่องไปกระทบวัตถุ วัตถุแต่ละสีจะสะท้อนแสงในช่วงความยาวคลื่นไม่เท่ากัน แสงที่สะท้อนกลับมาจะถูกตรวจจับโดยตัวรับแสง จากนั้นวงจรประมวลผลภายในจะวิเคราะห์ค่าสัญญาณของแต่ละสี (RGB) แล้วเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ตั้งไว้

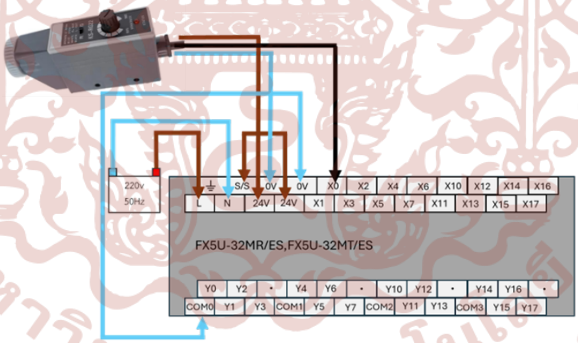
	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

การต่อสายพื้นฐานการใช้งาน เซ็นเซอร์ตรวจจับสี Color Sensor สำหรับเซ็นเซอร์สีรุ่น KETAI KS-RG22 มีสายทั้งหมด 4 เส้นดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 โครงสร้างรุ่น KETAI KS-RG22

การต่อใช้งานเซ็นเซอร์สีรุ่น KETAI KS-RG22 ร่วมกับ PLC สามารถต่อตามวงจรซึ่งเป็นการต่อแบบ SINK



ภาพที่ 16 การต่อใช้งาน สีรุ่น KETAI KS-RG22 ร่วมกับ PLC

2. อุปกรณ์เอาต์พุต

2.1 ความหมายอุปกรณ์เอาต์พุต (Output) ระบบควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ หรือ PLC หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับคำสั่งจาก PLC หลังจากผ่านกระบวนการประมวลผลตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ แล้วแปลงคำสั่งนั้นให้อยู่ในรูปของการทำงานทางกายภาพหรือสัญญาณไฟฟ้าเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น เครื่องจักรหรือระบบอัตโนมัติ

ในกระบวนการทำงานของ PLC อุปกรณ์เอาต์พุตจะเป็นส่วนที่แสดงผลลัพธ์ของการตัดสินใจจาก PLC โดย PLC จะส่งสัญญาณเอาต์พุตไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทำงานหรือหยุดทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ อุปกรณ์เอาต์พุตจึงเปรียบเสมือน อวัยวะที่ใช้แสดงการตอบสนองหรือการกระทำของระบบควบคุม

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

2.2 ชนิดของอุปกรณ์เอาต์พุต

2.1.1) แบ่งตามลักษณะสัญญาณ (Signal Types) เอาต์พุตของ PLC เมื่อพิจารณาแบ่งตามลักษณะสัญญาณ (Signal Types) สามารถจำแนกออกได้เป็นสองประเภทหลัก ได้แก่ เอาต์พุตแบบดิจิทัลและเอาต์พุตแบบแอนะล็อก ซึ่งแต่ละประเภทมีลักษณะการทำงานและการนำไปใช้งานแตกต่างกันตามความต้องการของระบบควบคุมอัตโนมัติ

2.1.1.1) เอาต์พุตแบบดิจิทัล (Digital Output) เป็นเอาต์พุตที่ให้สัญญาณในลักษณะสองสถานะ คือ เปิดหรือปิด (ON/OFF) PLC จะส่งสัญญาณออกไปเพื่อทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้า ทำให้อุปกรณ์ภายนอกเริ่มหรือหยุดการทำงาน เอาต์พุตชนิดนี้มักใช้กับอุปกรณ์ที่ไม่ต้องการการควบคุมค่าอย่างต่อเนื่อง เช่น หลอดไฟแสดงสถานะ รีเลย์ คอนแทคเตอร์ โซลินอยด์วาล์ว และมอเตอร์ที่ทำงานในลักษณะเปิด–ปิด เอาต์พุตแบบดิจิทัลจึงเหมาะสำหรับงานควบคุมพื้นฐานที่เน้นความชัดเจนของสถานะการทำงาน

ก) หลอดไฟแสดงสถานะเป็นอุปกรณ์เอาต์พุตที่ใช้สำหรับ แสดงสถานะการทำงานของระบบหรือเครื่องจักร เช่น สถานะการทำงาน การหยุด หรือการเกิดความผิดปกติ หลอดไฟจะสว่างหรือดับตามสัญญาณที่ PLC ส่งออกมา การต่อใช้งานทำได้โดยต่อหลอดไฟเข้ากับขาเอาต์พุตของ PLC และแหล่งจ่ายไฟตามแรงดันที่หลอดไฟรองรับ เช่น 24VDC หรือ 220VAC เมื่อ PLC สั่งเอาต์พุตเป็น ON กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านหลอดไฟทำให้หลอดติดสว่าง และเมื่อเอาต์พุตเป็น OFF หลอดไฟจะดับ อุปกรณ์ชนิดนี้นิยมใช้เพื่อให้ผู้ควบคุมสามารถตรวจสอบสถานะของระบบได้อย่างชัดเจน

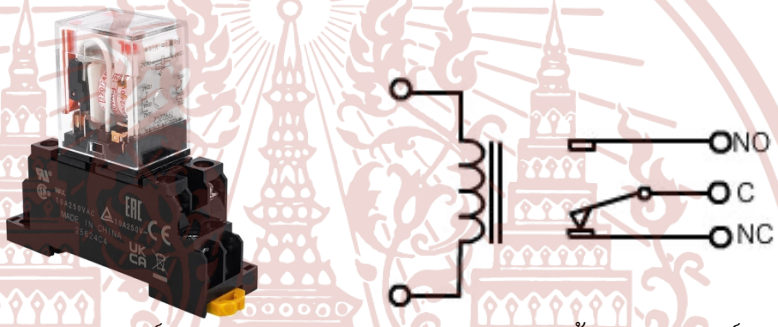


ภาพที่ 17 หลอดไฟแสดงสถานะ

ข) รีเลย์ เป็นอุปกรณ์เอาต์พุตที่ทำหน้าที่เป็น ตัวกลางในการตัดต่อวงจรไฟฟ้า โดยใช้สัญญาณไฟฟ้าขนาดเล็กจาก PLC เพื่อควบคุมวงจรไฟฟ้าที่มีแรงดันหรือกระแสสูงกว่า การต่อใช้งานรีเลย์จะต่อขดลวดของรีเลย์เข้ากับขาเอาต์พุตของ PLC เมื่อ PLC ส่งสัญญาณ

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

ออกมา ขดลวดจะถูกกระตุ้นทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์เปลี่ยนสถานะ จากนั้นหน้าสัมผัสนี้จะไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น หลอดไฟ มอเตอร์ หรือโซลินอยด์วาล์ว รีเลย์ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับ PLC และทำให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ไฟแรงดันสูงได้



(ก) รีเลย์ (ข) โครงสร้างภายในรีเลย์

ภาพที่ 18 รีเลย์ (Relay)

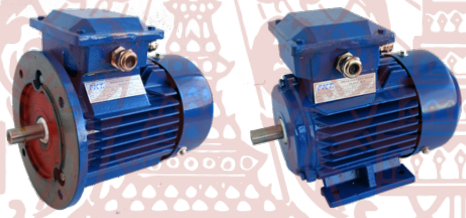
ค) โซลินอยด์วาล์ว เป็นอุปกรณ์เอาต์พุตที่ใช้สำหรับ ควบคุมการไหลของของเหลวหรือแก๊ส โดยอาศัยแรงแม่เหล็กไฟฟ้า การต่อใช้งานทำได้โดยต่อขดลวดของโซลินอยด์วาล์วเข้ากับขาเอาต์พุตของ PLC และแหล่งจ่ายไฟตามสเปกของวาล์ว เมื่อ PLC ส่งสัญญาณ ON ขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็ก ทำให้วาล์วเปิดหรือเปลี่ยนตำแหน่ง เพื่อให้ของไหลผ่านได้ และเมื่อ PLC ส่งสัญญาณ OFF วาล์วจะกลับสู่ตำแหน่งเดิม โซลินอยด์วาล์วนิยมใช้ในระบบนิวเมติกและไฮดรอลิก



ภาพที่ 18 โซลินอยด์วาล์ว

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

ง) มอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์เอาต์พุตที่ใช้สำหรับสร้างการเคลื่อนที่หรือกำลังกล โดย PLC จะไม่ต่อเข้ามอเตอร์โดยตรง แต่จะควบคุมผ่านรีเลย์หรือคอนแทคเตอร์ การต่อใช้งานคือให้ PLC ส่งสัญญาณไปควบคุมขดลวดของคอนแทคเตอร์ เมื่อ PLC สั่ง ON คอนแทคเตอร์จะจ่ายไฟให้มอเตอร์เริ่มหมุน และเมื่อ PLC สั่ง OFF คอนแทคเตอร์จะตัดไฟออกทำให้มอเตอร์หยุด การควบคุมลักษณะนี้เหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องการปรับความเร็วรอบ



ภาพที่ 19 มอเตอร์ไฟฟ้า

2.1.1.2) เอาต์พุตแบบแอนะล็อก (Analog Output) เป็นเอาต์พุตที่สามารถส่งสัญญาณในลักษณะค่าต่อเนื่อง ซึ่งค่าของสัญญาณจะเปลี่ยนแปลงไปตามคำสั่งจาก PLC สัญญาณแอนะล็อกที่นิยมใช้ ได้แก่ สัญญาณแรงดันไฟฟ้า เช่น 0–10 โวลต์ หรือสัญญาณกระแสไฟฟ้า เช่น 4–20 มิลลิแอมแปร์ เอาต์พุตประเภทนี้ถูกนำไปใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่ต้องการความละเอียดในการปรับค่า เช่น การปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ผ่านอินเวอร์เตอร์ การควบคุมการเปิดของวาล์ว หรือการควบคุมอุณหภูมิในกระบวนการผลิต เอาต์พุตแบบแอนะล็อกจึงมีบทบาทสำคัญในระบบที่ต้องการความแม่นยำและการควบคุมอย่างต่อเนื่อง

2.2.2) แบ่งตามการแสดงผล (Action Produced) เช่น

ก) อุปกรณ์เอาต์พุตที่ให้การแสดงผลทางแสง (Visual Output Devices) หลอดไฟแสดงสถานะ (Indicator Lamp)ไฟสัญญาณเตือน (Tower Lamp)จอแสดงผลพื้นฐาน

ข) อุปกรณ์เอาต์พุตที่ให้การแสดงผลทางเสียง (Audible Output Devices) บัซเซอร์ (Buzzer) สัญญาณไซเรน (Alarm Siren)

ค) อุปกรณ์เอาต์พุตที่ให้การเคลื่อนไหวทางกล มอเตอร์ไฟฟ้า โซลินอยด์แอคชูเอเตอร์

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

2.3 การต่อใช้งานอุปกรณ์เอาต์พุต

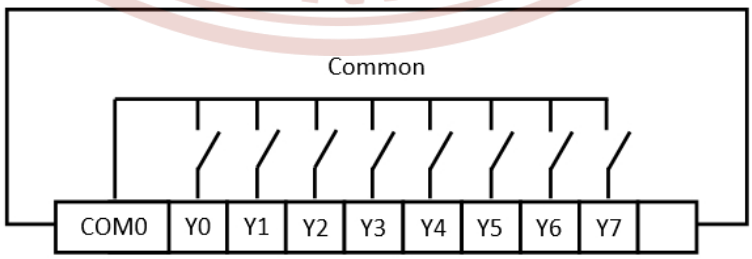
เอาต์พุตเทอร์มินอล (Output Terminal) ของ PLC (Programmable Logic Controller) เป็นส่วนที่ใช้ส่งสัญญาณจาก PLC ออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ภายนอกที่จำเป็นต้องควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณไฟฟ้าตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ที่มักเชื่อมต่อกับเอาต์พุตเทอร์มินอลของ PLC ได้แก่ มอเตอร์, โซลินอยด์, หลอดไฟ, รีเลย์, ฮีตเตอร์ และอื่น ๆ โดยเอาต์พุตเทอร์มินอลของ PLC จะส่งสัญญาณแบบเปิด/ปิด (On/Off) หรืออาจส่งสัญญาณที่มีรูปแบบเฉพาะไปยังอุปกรณ์เหล่านี้ตามที่โปรแกรมใน PLC กำหนดไว้ ใช้อักษร Y ส่วนเอาต์พุตใช้เป็น เลขฐาน 8 เช่น Y0 ถึง Y7, Y10 ถึง Y17 จำนวนเอาต์พุตที่มีมากหรือมีน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของ PLC อุปกรณ์เอาต์พุตของ PLC มี 2 แบบคือ รีเลย์ และทรานซิสเตอร์

1) เอาต์พุตแบบรีเลย์ (Relay Output)

เอาต์พุตแบบรีเลย์เป็นเอาต์พุตที่มีความสามารถในการเปิด/ปิดวงจรเพื่อควบคุมการทำงานของโหลดที่ใช้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) โดยมีคอนแทคที่สามารถทำหน้าที่เป็นสวิตช์เพื่อเปิด/ปิดการทำงานของโหลดตามที่ได้รับคำสั่งจาก PLC

ข้อดี : สามารถทนแรงดันและกระแสได้ค่อนข้างสูง จึงเหมาะสำหรับโหลดที่มีการใช้พลังงานสูง เช่น มอเตอร์ขนาดใหญ่หรือฮีตเตอร์

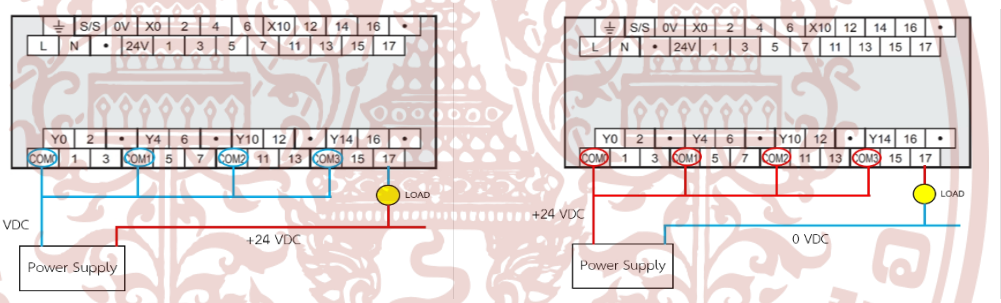
ข้อจำกัด : การตอบสนองช้ากว่าประเภทอื่นๆ เพราะต้องใช้กลไกทางกายภาพในการเปิด/ปิดคอนแทค และมีอายุการใช้งานจำกัดเนื่องจากการเสื่อมสภาพของคอนแทคที่ใช้งานต่อเนื่อง



ภาพที่ 20 มอเตอร์ไฟฟ้าเอาต์พุตแบบรีเลย์ (Relay output)

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

2) เอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ (Transistor Output) เป็นชนิดของเอาต์พุตใน PLC ที่ใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อส่งสัญญาณการควบคุมออกไปยังอุปกรณ์ภายนอก โดยทรานซิสเตอร์จะทำงานเป็นสวิตช์ที่สามารถเปิด/ปิดวงจรไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ได้อย่างรวดเร็วและมีความแม่นยำสูง ซึ่งทำให้เอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์เหมาะสำหรับงานที่ต้องการการตอบสนองเร็วหรือมีการสลับสัญญาณบ่อยครั้ง เช่น การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor), Stepper Motor หรือการนับความเร็ว (High-speed Counting)



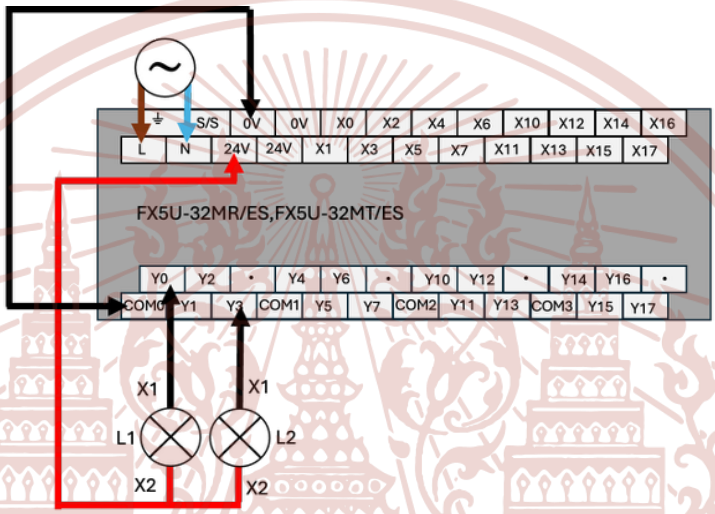
(ก) เอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ Sink (ข) เอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ Source

ภาพที่ 21 การต่อเอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์

2.3.1) การต่อใช้งานหลอดแสดงผล

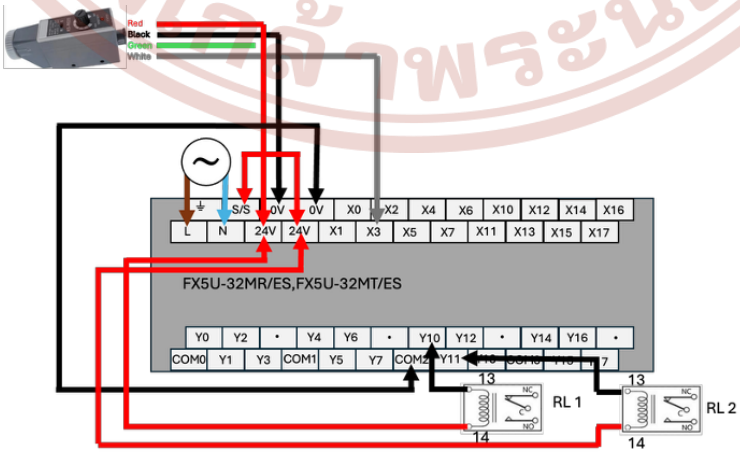
Lamp การใช้หลอดไฟ LED หรือหลอดไส้ขนาดเล็กเพื่อ แสดงสถานะการทำงาน ของเครื่องจักรหรือระบบอัตโนมัติ โดยเชื่อมต่อกับวงจรควบคุม เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าจ่ายเข้าไป (เช่น ไฟ 24VDC, 220VAC) หลอดไฟจะ สว่าง เพื่อบอกว่าระบบ กำลังทำงาน หรืออยู่ในสภาวะที่กำหนด และเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง หลอดไฟก็จะดับ ซึ่งหลักการนี้ทำให้ผู้ใช้งานทราบสถานะต่างๆ เช่น ทำงานปกติ (เขียว), หยุด (แดง), หรือเตือนภัย (เหลือง) ได้อย่างรวดเร็วผ่านสีสันและการติดดับของไฟ

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.



ภาพที่ 22 การต่อใช้งานหลอดสัญญาณ

2.3.2) การต่อใช้งานรีเลย์ การต่อใช้งานรีเลย์เริ่มจากการต่อวงจรควบคุมเข้ากับขดลวดของรีเลย์ โดยต้องเลือกแรงดันไฟฟ้าให้ตรงตามค่าที่ระบุไว้บนตัวรีเลย์ จากนั้นจึงทำการต่อวงจรโหลดเข้ากับหน้าสัมผัส โดยนำแหล่งจ่ายไฟของโหลดต่อเข้าที่ขั้ว COM และเลือกต่อขั้ว NO หรือ NC ตามลักษณะการทำงานที่ต้องการ หากต้องการให้โหลดทำงานเฉพาะเมื่อรีเลย์ถูกกระตุ้น จะเลือกต่อที่ขั้ว NO แต่หากต้องการให้โหลดทำงานในสภาวะปกติและหยุดทำงานเมื่อรีเลย์ถูกกระตุ้นจะเลือกต่อที่ขั้ว NC



ภาพที่ 23 การต่อใช้งานรีเลย์

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

3. การเขียนโปรแกรม PLC รับ – ส่งสัญญาณ อินพุต เอาต์พุต

3.1 การใช้กลุ่มคำสั่ง Basic Instruction

Basic Instructions หรือคำสั่งพื้นฐาน เป็นคำสั่งที่มีความสำคัญในการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC ซึ่งใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบอัตโนมัติต่างๆ การเข้าใจและใช้งานคำสั่งพื้นฐานเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ ในส่วนนี้เราจะพูดถึงการใช้กลุ่มคำสั่ง Basic Instruction ที่สำคัญ ได้แก่ คำสั่งแบบ ON/OFF

3.1.1. คำสั่งแบบ ON/OFF

• คำสั่ง ON/OFF ใช้ในการเปิดและปิดอุปกรณ์ต่างๆ เช่น มอเตอร์, ไฟฟ้า, วาล์ว เป็นต้น คำสั่งนี้เป็นคำสั่งพื้นฐานที่ใช้ในการควบคุมสถานะของอุปกรณ์

• คำสั่ง Output Coil (OUT) ใช้ในการเปิดหรือปิดอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเอาท์พุตของ PLC

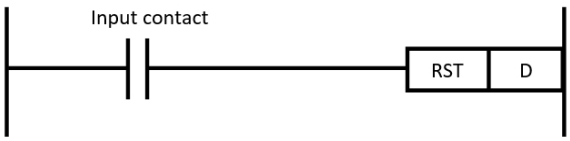
3.1.2 การใช้กลุ่มคำสั่ง Set / Rst



ภาพที่ 24 แสดงการเขียนคำสั่ง Set

คำสั่ง Set และ Reset (หรือ Rst) เป็นคำสั่งพื้นฐานในโปรแกรม PLC ที่ใช้ในการตั้งค่าหรือรีเซ็ตสถานะของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเอาท์พุตของ PLC โดยมีลักษณะการทำงานดังนี้

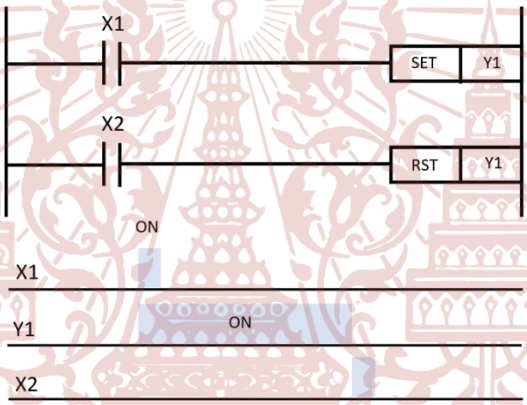
คำสั่ง SET ใช้ในการตั้งค่าอุปกรณ์ให้อยู่ในสถานะ ON หรือ เปิด โดยเมื่อคำสั่งนี้ถูกกระทำ อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเอาท์พุตจะยังคงอยู่ในสถานะ ON จนกว่าจะมีคำสั่ง Reset มาเปลี่ยนสถานะของมัน



ภาพที่ 25 แสดงการเขียนคำสั่ง Rst

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

คำสั่ง RST ใช้ในการตั้งค่าอุปกรณ์ให้อยู่ในสถานะ OFF หรือ ปิด โดยเมื่อคำสั่งนี้ถูกกระทำ อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเอาท์พุตจะยังคงอยู่ในสถานะ OFF จนกว่าจะมีคำสั่ง Set มาเปลี่ยนสถานะของมัน



ภาพที่ 26 ตัวอย่างการทำงานของคำสั่ง SET / RST

4. แนวทางการประยุกต์ใช้งาน

การประยุกต์ใช้งานการต่ออินพุตและเอาต์พุตของ PLC ในงานอุตสาหกรรมมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมกระบวนการผลิต เครื่องจักร และระบบอัตโนมัติให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และปลอดภัย โดย PLC จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุต ประมวลผลตามโปรแกรมควบคุม และส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์เอาต์พุตเพื่อให้เกิดการทำงานตามที่ต้องการ

ในด้านการต่ออินพุต อุปกรณ์อินพุตที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมประกอบด้วยอุปกรณ์จากผู้ควบคุม เช่น ปุ่มกด สวิตช์เลือก และสวิตช์หยุดฉุกเฉิน รวมถึงอุปกรณ์ตรวจจับจากกระบวนการผลิต เช่น ลิมิตสวิตช์ เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความดัน ระดับ และอัตราการไหล การต่ออินพุตจะต้องเลือกชนิดสัญญาณให้ตรงกับโมดูลอินพุตของ PLC เช่น สัญญาณดิจิทัลสำหรับสถานะเปิด–ปิด และสัญญาณแอนะล็อกสำหรับค่าที่เปลี่ยนแปลงต่อเนื่อง นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงถึงแรงดันไฟฟ้า วิธีการต่อแบบ NPN หรือ PNP รวมถึงการแยกวงจรเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน ซึ่งช่วยให้ PLC สามารถรับข้อมูลจากหน้างานได้อย่างแม่นยำและเชื่อถือได้

	ใบความรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

ในด้านการต่อเอาต์พุต PLC จะส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น หลอดไฟแสดงสถานะ รีเลย์ คอนแทคเตอร์ มอเตอร์ โซลินอยด์วาล์ว และอุปกรณ์แจ้งเตือน การเลือกใช้เอาต์พุตแบบดิจิทัลหรือแอนะล็อกจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการควบคุม เช่น การสั่งเปิด–ปิด หรือการปรับค่าอย่างต่อเนื่อง ในการใช้งานจริง PLC มักไม่ต่อควบคุมอุปกรณ์กำลังสูงโดยตรง แต่จะใช้รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์เป็นตัวกลาง เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและยืดอายุการใช้งานของ PLC



ภาพที่ 27 การประยุกต์ใช้งาน PLC กับระบบควบคุม

การประยุกต์ใช้งานอินพุตและเอาต์พุตในงานอุตสาหกรรมมักพบในระบบสายพานลำเลียง ระบบบรรจุภัณฑ์ ระบบควบคุมมอเตอร์ ระบบนิวเมติกและไฮดรอลิก รวมถึงระบบควบคุมกระบวนการผลิต เช่น อุณหภูมิและความดัน ตัวอย่างเช่น เซ็นเซอร์จะทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งหรือสถานะของชิ้นงาน แล้วส่งสัญญาณอินพุตเข้าสู่ PLC จากนั้น PLC จะประมวลผลและสั่งเอาต์พุตไปควบคุมมอเตอร์หรือโซลินอยด์วาล์วให้ทำงานตามลำดับที่กำหนด



ภาพที่ 28 การประยุกต์ใช้งาน PLC กับระบบลำเรียงสิ้นค้า

	ใบงานที่ 1	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งานหลอดสัญญาณ		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อใช้งานหลอดสัญญาณร่วมกับเครื่องพีแอลซียี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U
2. เขียนแลดเดอร์ไออะแกรมตามเงื่อนที่กำหนด
3. ส่งคำสั่งแลดเดอร์ไดอะแกรมลงเครื่องพีแอลซียี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U
4. ทดสอบการทำงานของหลอดสัญญาณและคำสั่งแลดเดอร์ตามเงื่อนไข

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 PLC MELSEC iQ-F FX5U Series Sequencer CPU (FX5U-32MT/ES)	1 เครื่อง
2.2 ชุดทดลองหลอดสัญญาณ	1 ชุด
2.3 สายไฟฟ้าเชื่อมต่อ	10 เส้น
2.4 คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม GX Works3	1 เครื่อง
2.5 สายเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องพีแอลซี	1 เส้น
2.6 ไขควงกันไฟฟ้า	1 อัน

3. ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

Lamp คือหลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่องจักรในสถานะต่างๆ นิยมติดตั้งอยู่บริเวณตู้ควบคุม โดยมีหน้าที่หลักคือ บอกสถานะการทำงาน เช่น กำลังทำงานอยู่, หยุดการทำงาน, แจ้งเตือนในกรณีที่มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถแสดงสถานะอื่นๆ ได้ตามสีของหลอดไฟตามที่ผู้ออกแบบกำหนด

3.1 หลักการทำงาน

Lamp การใช้หลอดไฟ LED หรือหลอดไส้ขนาดเล็กเพื่อ แสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบอัตโนมัติ โดยเชื่อมต่อกับวงจรควบคุม เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าจ่ายเข้าไป (เช่น ไฟ 24VDC, 220VAC) หลอดไฟจะ สว่าง เพื่อบอกว่าระบบ กำลังทำงาน หรืออยู่ในสภาวะที่กำหนด และเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง หลอดไฟก็จะดับ ซึ่งหลักการนี้ทำให้ผู้ใช้งานทราบสถานะต่างๆ เช่น ทำงานปกติ (เขียว), หยุด (แดง), หรือเตือนภัย (เหลือง) ได้อย่างรวดเร็วผ่านสีสันและการติดดับของไฟ

	ใบงานที่ 1	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งานหลอดสัญญาณ		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

3.2 คุณลักษณะสำคัญ

- เปล่งแสงที่มองเห็นได้ชัดเจน
- มีอายุการใช้งานยาวนาน และความร้อนต่ำ
- ทนต่อแรงสั่นสะเทือนได้ดี
- ประหยัดไฟ และอายุการใช้งานยาวนาน

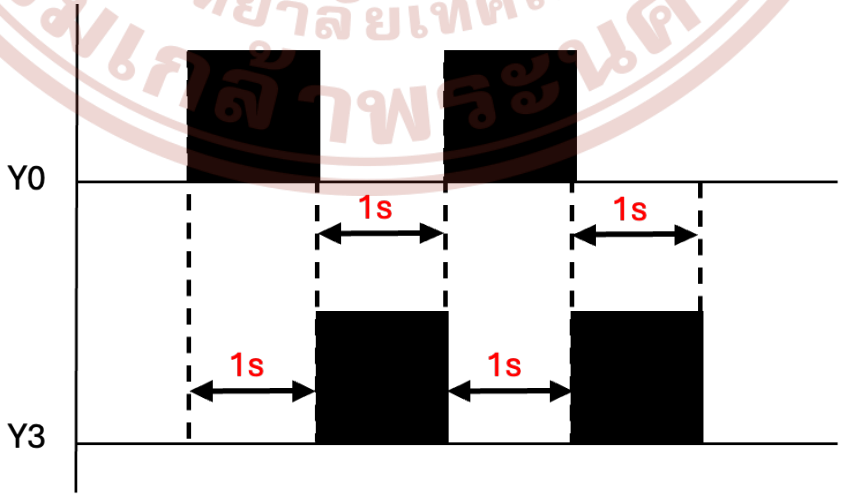
3.3 การต่อใช้งาน



4. ขั้นตอนการปฏิบัติ

4.1 ใช้งาน หลอดสัญญาณ แบบ Source

4.1.1 ออกแบบและเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขดังนี้



	ใบงานที่ 1	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งานหลอดสัญญาณ		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

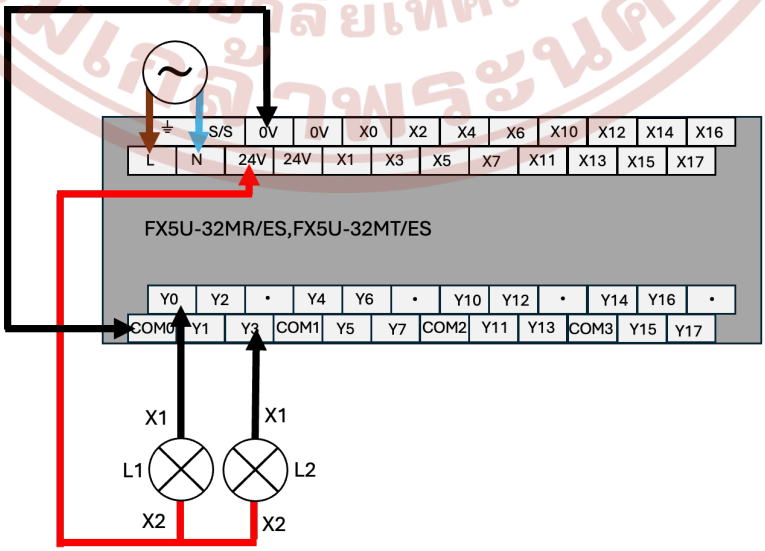
ตาราง I/O

Output	Y0	Lamp 1
	Y3	Lamp 2

4.1.2 จงเขียน Ladder diagram ด้วยโปรแกรม GX Works 3 ที่ออกแบบจากตาราง Ladder

4.1.3 Upload คำสั่ง Ladder ไปที่เครื่องพีแอลซี Mitsubishi รุ่น FX5U

4.1.4 การต่อใช้งาน หลอดสัญญาณ แบบ Source ร่วมกับ PLC FX5U



	ใบงานที่ 1	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งานหลอดสัญญาณ		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.5. บันทึกผลการทดลอง

1) เมื่อ Run โปรแกรม PLC การทำงานของหลอดเป็นอย่างไร

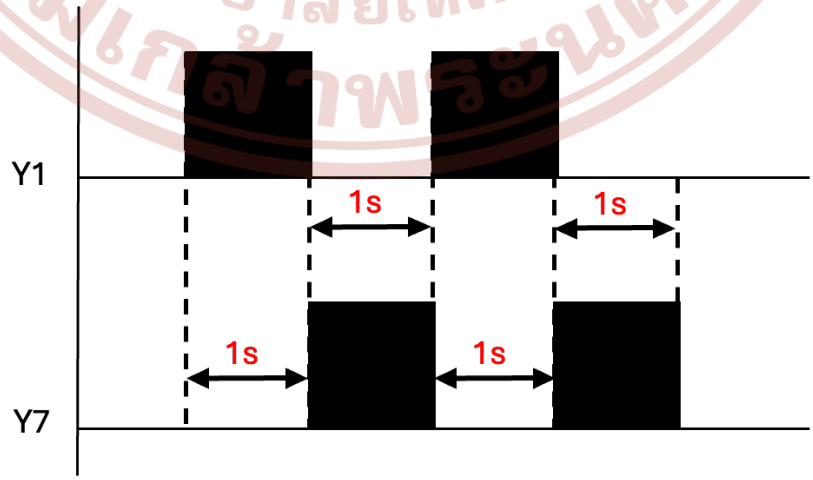
2) การทำงานของหลอดทั้ง 2 หลอดมีการหน่วงเวลากี่วินาที

3) หากต้องการเพิ่มเวลาในการหน่วงเวลาต้องทำทำอย่างไร

4.1.6. สรุปผลการทดลอง

4.2 ใช้งาน หลอดสัญญาณ แบบ Sink

4.2.1 ออกแบบและเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขดังนี้



	ใบงานที่ 1	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งานหลอดสัญญาณ		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

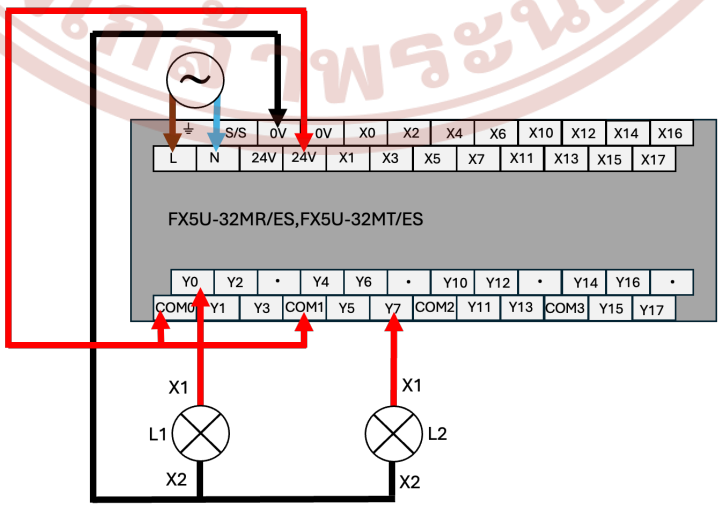
ตาราง I/O

Output	Y1	Lamp 1
	Y7	Lamp 2

4.2.2 จงเขียน Ladder diagram ด้วยโปรแกรม GX Works 3 ที่ออกแบบจากตาราง Ladder

4.2.3 Upload คำสั่ง Ladder ไปที่เครื่องพีแอลซี Mitsubishi รุ่น FX5U

4.2.4 การต่อใช้งาน หลอดสัญญาณ แบบ Sink ร่วมกับ PLC FX5U



	ใบงานที่ 1	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Inductive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.5. บันทึกผลการทดลอง

1) เมื่อ Run โปรแกรม PLC การทำงานของหลอดเป็นอย่างไร

2) การทำงานของหลอดทั้ง 2 หลอดมีการหน่วงเวลากี่วินาที

3) หากต้องการเพิ่มเวลาในการหน่วงเวลาต้องทำทำอย่างไร

4.1.6. สรุปผลการทดลอง

	ใบงานที่ 2	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Push Botton Switch		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อใช้งาน Push Botton Switch ร่วมกับเครื่องพีแอลซีย่ี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U
2. เขียนแลดเดอร์ไออะแกรมตามเงื่อนที่กำหนด
3. ส่งคำสั่งแลดเดอร์ไดอะแกรมลงเครื่องพีแอลซีย่ี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U
4. ทดสอบการทำงานของ Push Botton Switch และคำสั่งแลดเดอร์ตามเงื่อนไข

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 PLC MELSEC iQ-F FX5U Series Sequencer CPU (FX5U-32MT/ES)	1 เครื่อง
2.2 ชุดทดลอง Push Botton Switch	1 ชุด
2.3 ชุดทดลองหลอดสัญญาณ	1 ชุด
2.4 สายไฟฟ้าเชื่อมต่อ	10 เส้น
2.5 คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม GX Works3	1 เครื่อง
2.6 สายเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องพีแอลซี	1 เส้น
2.7 ไขควงกันไฟฟ้า	1 อัน

3. ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

Push Botton switch คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้า โดยจะทำงานเมื่อถูกกด และจะกลับสู่สภาพเดิมทันทีเมื่อปล่อยปุ่ม มักใช้ในการเริ่มคำสั่งชั่วคราว เช่น ปุ่ม Start/Stop ในเครื่องจักร, กริ่งประตู, หรือปุ่มคำนวณบนเครื่องคิดเลข โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อกดจะเชื่อมต่อวงจร (ปกติเปิด - NO) หรือตัดวงจร (ปกติปิด - NC) แล้วจะกลับคืนเมื่อปล่อย

3.1 หลักการทำงาน

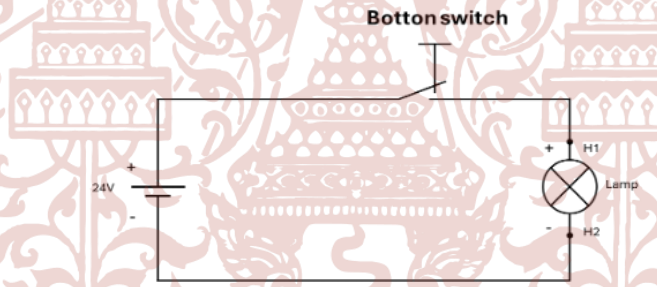
Push Botton switch กดติด ปล่อยดับ" (Momentary) หรือ "กดติด-กดดับ" (Latching) โดยอาศัยการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัสภายในเพื่อ เปิด/ปิดวงจรไฟฟ้าชั่วขณะ (Momentary) หรือล็อคสถานะ (Latching) เมื่อกดปุ่ม ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลหรือไม่ไหลตามที่ตั้งค่า (Normally Open - NO กดแล้วต่อวงจร, Normally Closed - NC กดแล้วตัดวงจร) และจะคืนสภาพเดิม (Momentary) หรือเปลี่ยนสถานะ (Latching) เมื่อปล่อยมือหรือกดซ้ำ เพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น มอเตอร์, รีเลย์, หรือระบบอัตโนมัติ

	ใบงานที่ 2	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Push Botton Switch		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

3.2 คุณลักษณะสำคัญ

- มีความแข็งแรงเชิงกลสูง รองรับการกดได้หลายครั้ง
- มี 2 หน้าสัมผัส คือ NO (Normally Open) ,NC (Normally Closed)
- เมื่อกดปุ่มจะเกิดการเปลี่ยนสถานะหน้าสัมผัส
- มีความทนทานป้องกันฝุ่นและน้ำ

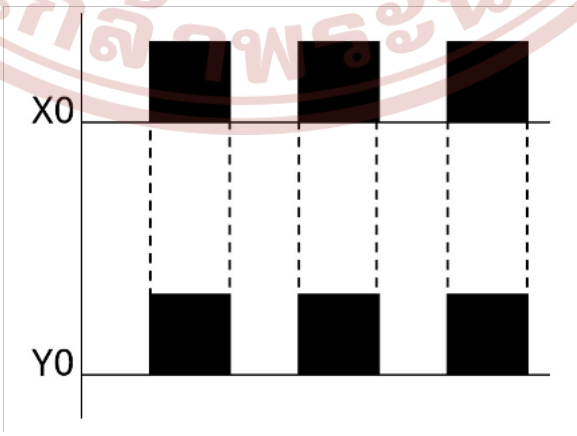
3.3 การต่อใช้งาน



4. ขั้นตอนการปฏิบัติ

4.1 ใช้งาน Push Botton Switch แบบ Sink

4.1.1 ออกแบบและเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขดังนี้



	ใบงานที่ 2	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Push Botton Switch		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

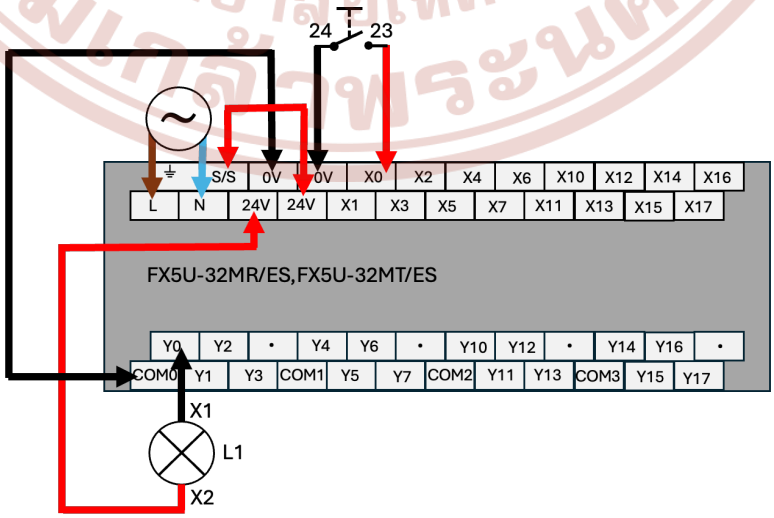
ตาราง I/O

Input	X0	Push Botton Switch
Output	Y0	Lamp

4.1.2 จงเขียน Ladder diagram ด้วยโปรแกรม GX Works 3 ที่ออกแบบจาก ตาราง Ladder

4.1.3 Upload คำสั่ง Ladder ไปที่เครื่องพีแอลซี Mitsubishi รุ่น FX5U

4.1.4 การต่อใช้งาน Push Botton Switch แบบ Sink ร่วมกับ PLC FX5U



	ใบงานที่ 2	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Push Botton Switch		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.5. บันทึกผลการทดลอง

สถานะ X0	สถานะ Y0	หมายเหตุ
OFF		
ON		
ON		
OFF		

4.1.6. สรุปผลการทดลอง

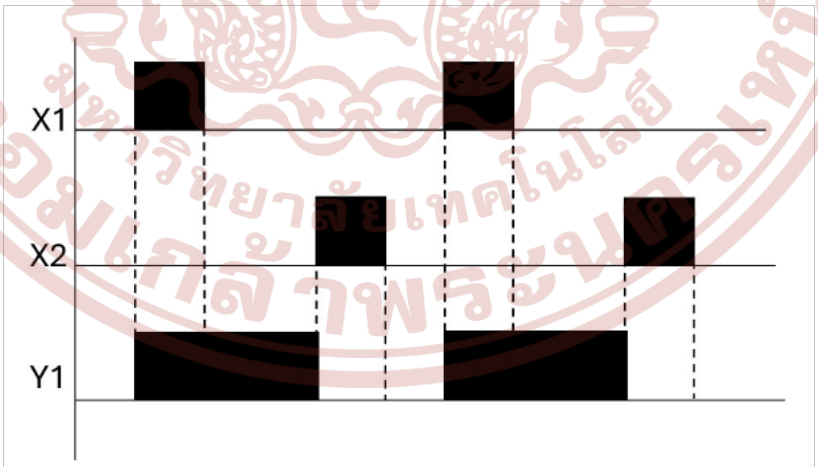
.....

.....

.....

4.2 ใช้งาน ใช้งาน Push Botton Switch แบบ Source

4.2.1 ออกแบบและเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขดังนี้



ตาราง I/O

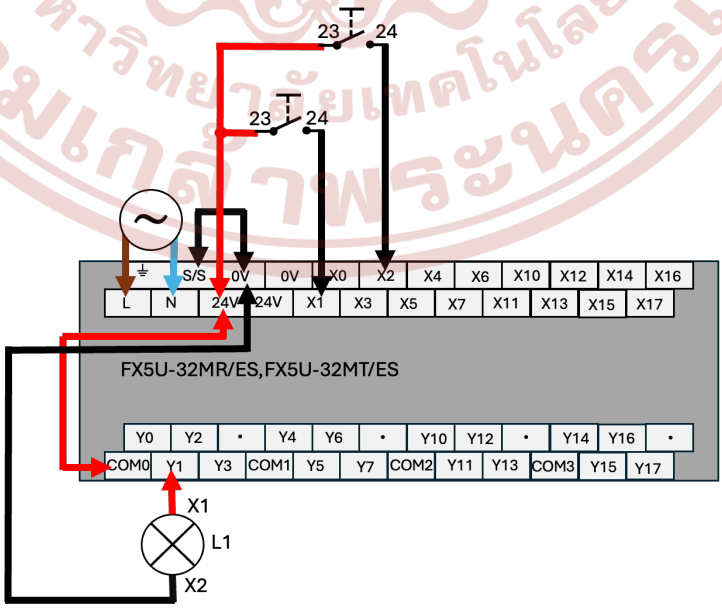
Input	X1	Push Botton Switch
	X2	Push Botton Switch
Output	Y0	Lamp

	ใบงานที่ 2	**หน่วยที่** 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Push Botton Switch		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.2.2 จงเขียน Ladder diagram ด้วยโปรแกรม GX Works 3 ที่ออกแบบจากตาราง Ladder

4.2.3 Upload คำสั่ง Ladder ไปที่เครื่องพีแอลซี Mitsubishi รุ่น FX5U

4.2.4 การต่อใช้งาน Push Botton Switch แบบ Source ร่วมกับ PLC FX5U



	ใบงานที่ 2	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Push Botton Switch		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.5. บันทึกผลการทดลอง

สถานะ X1	สถานะ X2	สถานะ Y0	หมายเหตุ
ON	OFF		
OFF	ON		

4.1.6. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

	ใบงานที่ 3	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Inductive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกชนิดของ Inductive Sensor แบบ NPN ,PNP
2. เลือกรูปแบบการต่อใช้งานตามชนิดของ Inductive Sensor
3. ต่อใช้งาน Inductive Sensor ชนิด NPN ,PNP ร่วมกับเครื่องพีแอลซีย่ี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U
4. เขียนแลดเดอร์ไออะแกรมตามเงื่อนที่กำหนด
5. ส่งคำสั่งแลดเดอร์ไดอะแกรมลงเครื่องพีแอลซีย่ี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U
6. ทดสอบการทำงานของ Inductive Sensor และคำสั่งแลดเดอร์ตามเงื่อนไข

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 PLC MELSEC iQ-F FX5U Series Sequencer CPU (FX5U-32MT/ES) 1 เครื่อง
2.2 ชุดทดลอง Inductive Sensor 1 ชุด
2.3 ชุดทดลองหลอดสัญญาณ 1 ชุด
2.4 สายไฟฟ้าเชื่อมต่อ 10 เส้น
2.5 คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม GX Works3 1 เครื่อง
2.6 สายเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องพีแอลซี 1 เส้น
2.7 ไขควงกันไฟฟ้า 1 อัน

3. ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

Inductive Sensor คืออุปกรณ์ตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะโดยอาศัยหลักการของ การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction) โดยไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุ เซ็นเซอร์ชนิดนี้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรม เช่น ตรวจจับฟันเฟืองและเพลาหมุน ระบบอัตโนมัติ และระบบควบคุมด้วย PLC

3.1 หลักการทำงาน

Inductive Sensor ภายในประกอบด้วยขดลวดและวงจรออสซิลเลเตอร์ เมื่อจ่ายไฟให้เซ็นเซอร์ ขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงออกมาบริเวณด้านหน้าของเซ็นเซอร์

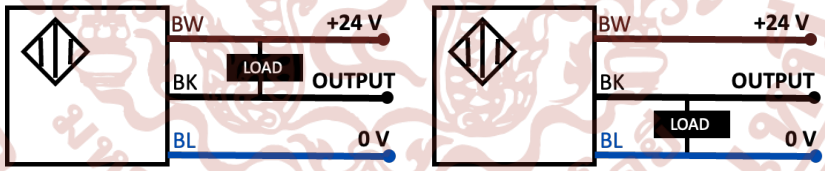
	ใบงานที่ 3	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Inductive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

หากมีวัตถุที่เป็นโลหะเข้าใกล้ สนามแม่เหล็กจะเหนี่ยวนำให้เกิด กระแสไหลวน (Eddy Current) ภายในโลหะ ซึ่งกระแสนี้จะทำให้พลังงานของสนามแม่เหล็กลดลง วงจรภายในเซ็นเซอร์จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว และแปลงเป็นสัญญาณเอาต์พุตแบบ ON/OFF เพื่อส่งต่อไปยังอุปกรณ์ควบคุม เช่น PLC

3.2 คุณลักษณะสำคัญ

- ตรวจจับได้เฉพาะวัตถุที่เป็นโลหะ
- ไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุ
- ไม่ถูกรบกวนจากฝุ่น น้ำ น้ำมัน หรือแสง
- มีความแม่นยำสูงและอายุการใช้งานยาวนาน

3.3 การต่อใช้งาน

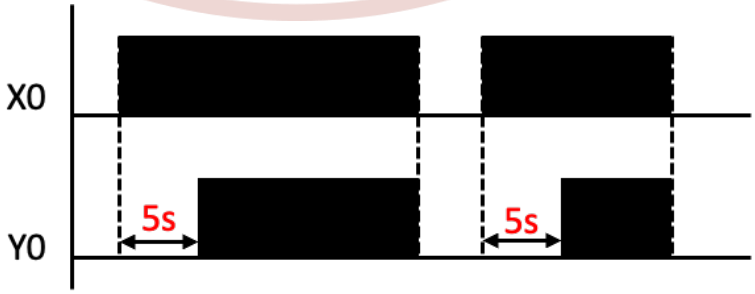


ชนิด NPN **ชนิด PNP**

4. ขั้นตอนการปฏิบัติ

4.1 ใช้งาน Inductive Sensor ชนิด NPN

4.1.1 ออกแบบและเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขดังนี้



	ใบงานที่ 3	**หน่วยที่** 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Inductive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

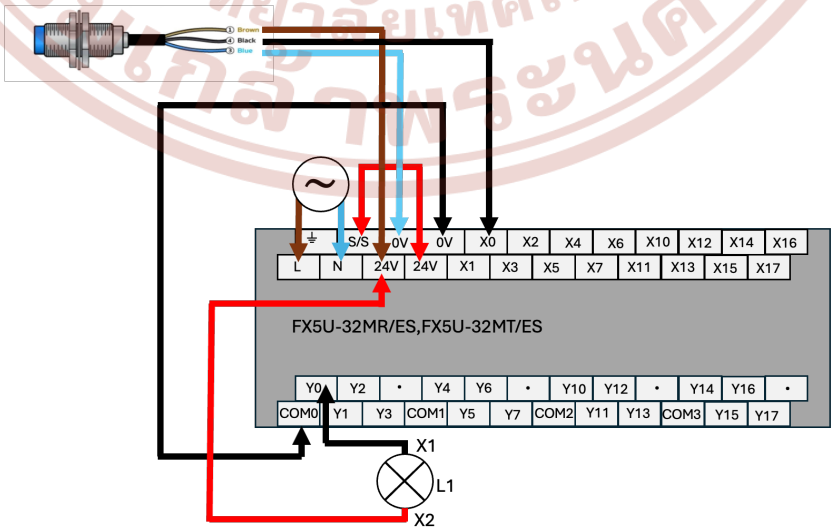
ตาราง I/O

Input	X0	Inductive Sensor (NPN)
Output	Y0	Lamp

4.1.2 จงเขียน Ladder diagram ด้วยโปรแกรม GX Works 3 ที่ออกแบบจาก ตาราง Ladder

4.1.3 Upload คำสั่ง Ladder ไปที่เครื่องพีแอลซี Mitsubishi รุ่น FX5U

4.1.4 การต่อใช้งาน Inductive Sensor ชนิด NPN ร่วมกับ PLC FX5U



	ใบงานที่ 3	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Inductive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.5. บันทึกผลการทดลอง

TIME (s)	สถานะ X0	สถานะ Y0	หมายเหตุ
0	OFF		
1-4	ON		
5	ON		
-	OFF		

4.1.6. สรุปผลการทดลอง

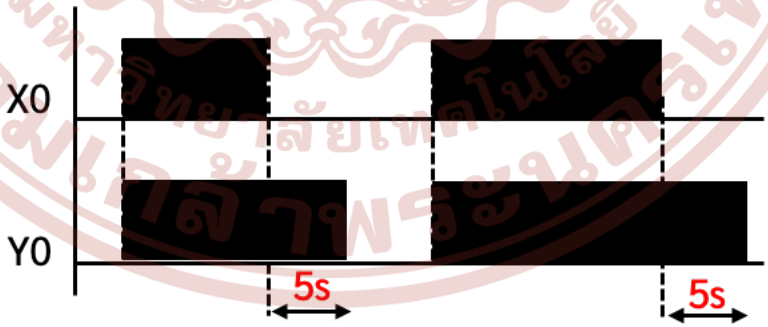
.....

.....

.....

4.2 ใช้งาน Inductive Sensor ชนิด PNP

4.2.1 ออกแบบและเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขดังนี้



ตาราง I/O

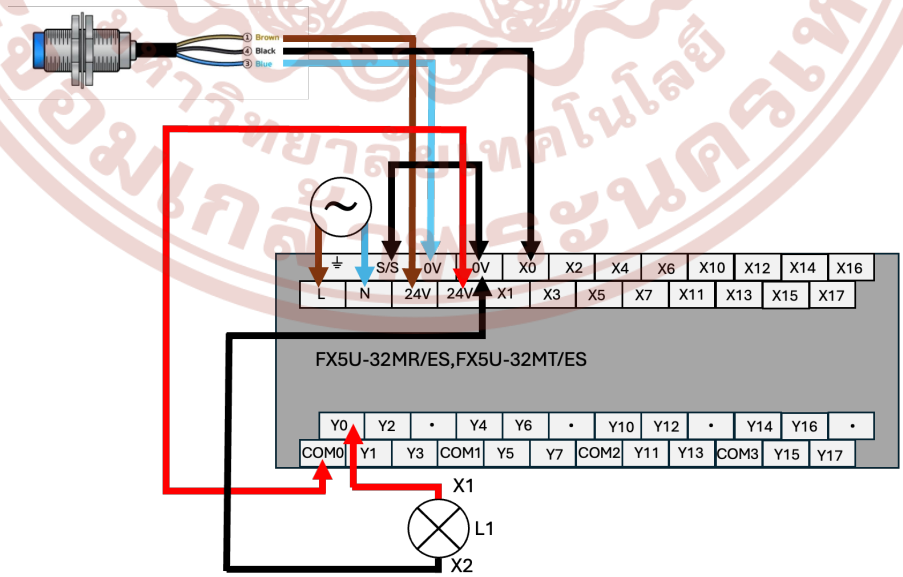
Input	X0	Inductive Sensor (PNP)
Output	Y0	Lamp

	ใบงานที่ 3	**หน่วยที่** 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Inductive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.2.2 จงเขียน Ladder diagram ด้วยโปรแกรม GX Works 3 ที่ออกแบบจากตาราง Ladder

4.2.3 Upload คำสั่ง Ladder ไปที่เครื่องพีแอลซี Mitsubishi รุ่น FX5U

4.2.4 การต่อใช้งาน Inductive Sensor ชนิด PNP ร่วมกับ PLC FX5U



	ใบงานที่ 3	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Inductive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.5. บันทึกผลการทดลอง

TIME (s)	สถานะ X0	สถานะ Y0	หมายเหตุ
-	OFF		
-	ON		
0-4	OFF		
5	OFF		

4.1.6. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

	ใบงานที่ 4	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Capacitive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. จำแนกชนิดของ Capacitive Sensor แบบ NPN ,PNP
2. เลือกรูปแบบการต่อใช้งานตามชนิดของ Capacitive Sensor
3. ต่อใช้งาน Capacitive Sensor ชนิด NPN ,PNP ร่วมกับเครื่องพีแอลซียี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U
4. เขียนแลดเดอร์ไออะแกรมตามเงื่อนที่กำหนด
5. ส่งคำสั่งแลดเดอร์ไดอะแกรมลงเครื่องพีแอลซียี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U
6. ทดสอบการทำงานของ Capacitive Sensor และคำสั่งแลดเดอร์ตามเงื่อนไข

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 PLC MELSEC iQ-F FX5U Series Sequencer CPU (FX5U-32MT/ES)	1 เครื่อง
2.2 ชุดทดลอง Capacitive Sensor	1 ชุด
2.3 ชุดทดลองหลอดสัญญาณ	1 ชุด
2.4 สายไฟฟ้าเชื่อมต่อ	10 เส้น
2.5 คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม GX Works3	1 เครื่อง
2.6 สายเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องพีแอลซี	1 เส้น
2.7 ไขควงกันไฟฟ้า	1 อัน

3. ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

Capacitive Sensor คือเซ็นเซอร์ที่ตรวจจับวัตถุหรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม โดยอาศัยหลักการของ ความจุไฟฟ้า (Capacitance) ระหว่างแผ่นตัวนำสองแผ่น เซ็นเซอร์ชนิดนี้สามารถตรวจจับได้ทั้งวัตถุที่เป็นโลหะและไม่เป็นโลหะ เช่น พลาสติก แก้ว ไม้ ของเหลว และผงต่าง ๆ จึงนิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมพลาสติก ตรวจจับแผ่นพลาสติกและระบบอัตโนมัติ

3.1 หลักการทำงาน

Capacitive Sensor ภายในประกอบด้วยแผ่นตัวนำทำหน้าที่เป็นแผ่นของตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor) โดยเมื่อมีการจ่ายแรงดันไฟฟ้า จะเกิดสนามไฟฟ้ารอบบริเวณหัวเซ็นเซอร์ หากมีวัตถุเข้าใกล้หรืออยู่ในสนามไฟฟ้า ค่าความจุไฟฟ้า (Capacitance) จะเปลี่ยนแปลง

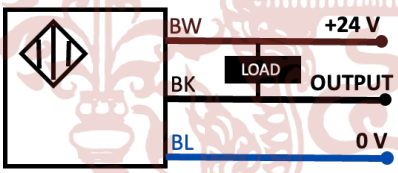
	ใบงานที่ 4	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Capacitive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

ตาม ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (Dielectric Constant) ของวัตถุนั้น วงจรภายในเซ็นเซอร์จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวและแปลงเป็นสัญญาณเอาต์พุตแบบ ON/OFF เพื่อส่งไปควบคุมอุปกรณ์อื่น เช่น PLC

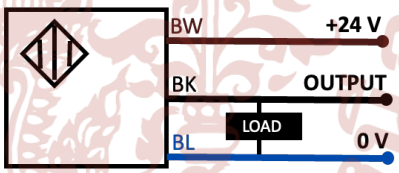
3.2 คุณลักษณะสำคัญ

- ตรวจจับได้ทั้งโลหะและอโลหะ
- ไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุ
- สามารถตรวจจับของแข็ง ของเหลว และผง
- ระยะตรวจจับขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุและค่าคงที่ไดอิเล็กทริก
- อาจถูกรบกวนจากความชื้นหรือฝุ่นมากกว่าชนิด Inductive

3.3 การต่อใช้งาน



ชนิด NPN

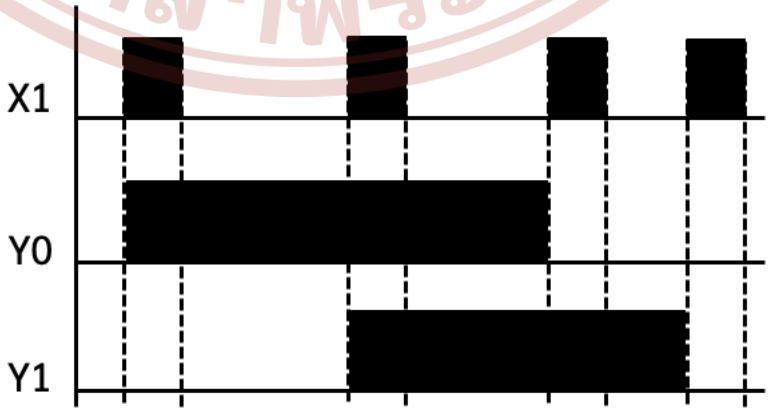


ชนิด PNP

4. ขั้นตอนการปฏิบัติ

4.1 ใช้งาน Capacitive Sensor ชนิด NPN

4.1.1 ออกแบบและเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขดังนี้



	ใบงานที่ 4	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Capacitive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

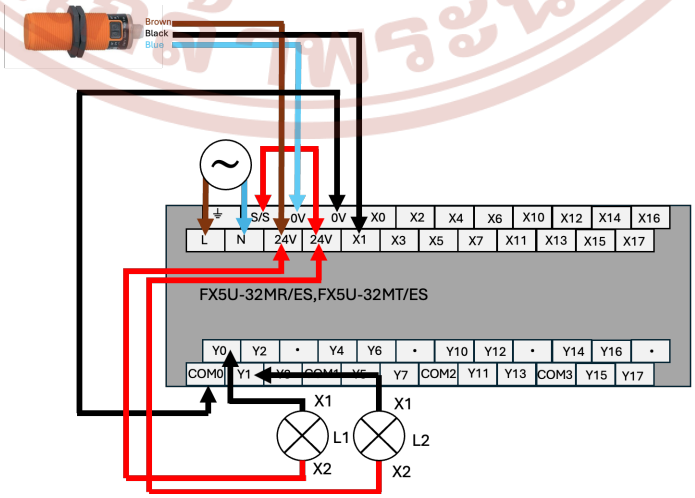
ตาราง I/O

Input	X1	Capacitive Sensor (NPN)
Output	Y0	Lamp 1
	Y1	Lamp 2

4.1.2 จงเขียน Ladder diagram ด้วยโปรแกรม GX Works 3 ที่ออกแบบจากตาราง Ladder และเงื่อนไขที่กำหนด

4.1.3 Upload คำสั่ง Ladder ไปที่เครื่องพีแอลซี Mitsubishi รุ่น FX5U

4.1.4 การต่อใช้งาน Capacitive Sensor ชนิด NPN ร่วมกับ PLC FX5U



	ใบงานที่ 4	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Capacitive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.5. บันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	สถานะ X1	สถานะ Y0	สถานะ Y1
1	ON		
2	ON		
3	ON		
4	ON		

4.1.6. สรุปผลการทดลอง

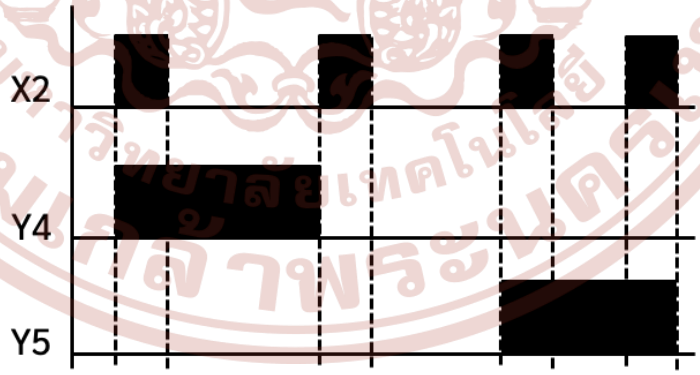
.....

.....

.....

4.2 ใช้งาน Capacitive Sensor ชนิด PNP

4.2.1 ออกแบบและเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขดังนี้



ตาราง I/O

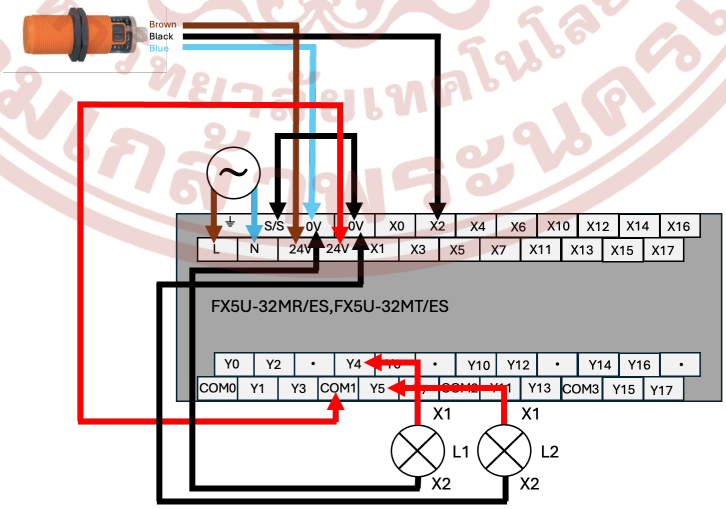
Input	X2	Capacitive Sensor (PNP)
Output	Y4	Lamp 1
	Y5	Lamp 2

	ใบงานที่ 4	**หน่วยที่** 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Capacitive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.2.2 จงเขียน Ladder diagram ด้วยโปรแกรม GX Works 3 ที่ออกแบบจากตาราง Ladder

4.2.3 Upload คำสั่ง Ladder ไปที่เครื่องพีแอลซี Mitsubishi รุ่น FX5U

4.2.4 การต่อใช้งาน Capacitive Sensor ชนิด PNP ร่วมกับ PLC FX5U



	ใบงานที่ 4	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Capacitive Sensor		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.5. บันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	สถานะ X2	สถานะ Y4	สถานะ Y5	หมายเหตุ
1	ON			
2	ON			
3	ON			
4	ON			

4.1.6. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

	ใบงานที่ 5	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Reed Switch		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.1 บอกชนิดของ Reed Switch แบบ 2-Wire และ 3-Wire

1.2 ต่อใช้งาน Reed Switch แบบ 2-Wire และ 3-Wire ร่วมกับเครื่องพีแอลซียี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U

1.3 เขียนแลดเดอร์ไออะแกรมตามเงื่อนที่กำหนด

1.4 ส่งคำสั่งแลดเดอร์ไดอะแกรมลงเครื่องพีแอลซียี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U

1.5 ทดสอบการทำงานของ Reed Switch แบบ 2-Wire และ 3-Wire และคำสั่งแลดเดอร์ตามเงื่อนไข

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 PLC MELSEC iQ-F FX5U Series Sequencer CPU (FX5U-32MT/ES) 1 เครื่อง

2.2 ชุดทดลอง Reed Switch 1 ชุด

2.3 ชุดทดลองหลอดสัญญาณ 1 ชุด

2.4 สายไฟฟ้าเชื่อมต่อ 10 เส้น

2.5 คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม GX Works3 1 เครื่อง

2.6 สายเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องพีแอลซี 1 เส้น

2.7 ไขควงกันไฟฟ้า 1 อัน

3. ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

Reed Switch คือสวิตช์ไฟฟ้าที่ทำงานด้วย สนามแม่เหล็ก โดยไม่ต้องสัมผัสโดยตรง นิยมใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่ง การเปิด–ปิด หรือการเคลื่อนที่ ร่วมกับแม่เหล็กถาวร ในงานอุตสาหกรรม อิเล็กทรอนิกส์ และระบบควบคุมอัตโนมัติ

3.1 หลักการทำงาน

Reed Switch ประกอบด้วยแผ่นโลหะบาง ๆ (Reed Contact) จำนวน 2 แผ่น บรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วที่ปิดสนิท เมื่อยังไม่มีสนามแม่เหล็ก แผ่นโลหะจะอยู่ในสถานะเปิดวงจร (OFF) เมื่อมี สนามแม่เหล็ก จากแม่เหล็กถาวรหรือขดลวดไฟฟ้าเข้ามาใกล้ แผ่นโลหะทั้งสองจะถูกเหนี่ยวนำ

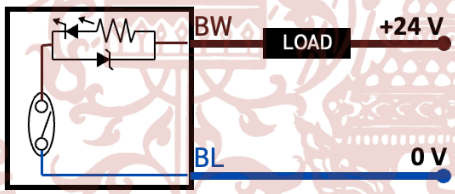
	ใบงานที่ 5	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Reed Switch		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

ให้เกิดขั้วแม่เหล็กตรงข้ามกัน ทำให้ดูดเข้าหากันและสัมผัสกัน ส่งผลให้วงจรไฟฟ้าปิด (ON) เมื่อสนามแม่เหล็กหายไป แผ่นโลหะจะคืนสภาพเดิมและวงจรจะเปิดอีกครั้ง

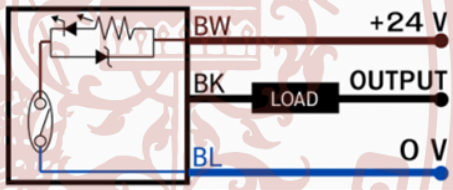
3.2 คุณลักษณะสำคัญ

- ทำงานด้วยสนามแม่เหล็ก
- ไม่ต้องสัมผัสทางกลโดยตรง
- มีความไวและตอบสนองรวดเร็ว
- อายุการใช้งานยาว เนื่องจากการสึกหรอเชิงกลต่ำ

3.3 การต่อใช้งาน



แบบ 2-Wire



แบบ 3-Wire

4. ขั้นตอนการปฏิบัติ

4.1 ใช้งาน Reed Switch แบบ 2-Wire

4.1.1 ออกแบบและเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขดังนี้



ตาราง I/O

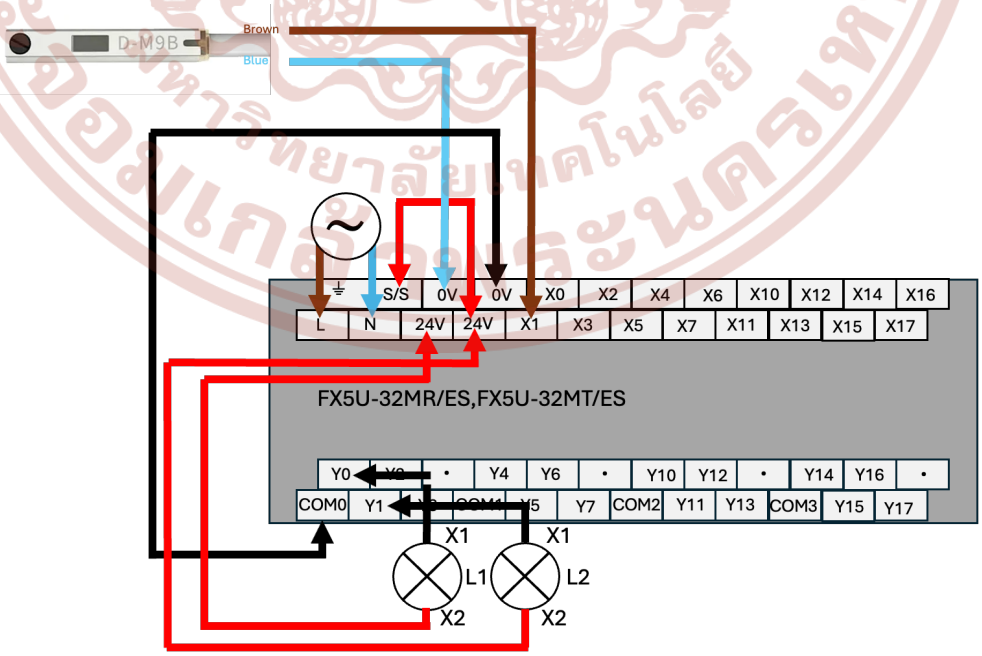
Input	X1	Reed Switch (2-Wire)
Output	Y0	Lamp 1
	Y1	Lamp 2

	ใบงานที่ 5	**หน่วยที่** 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Reed Switch		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.2 จงเขียน Ladder diagram ด้วยโปรแกรม GX Works 3 ที่ออกแบบจากตาราง Ladder และเงื่อนไขที่กำหนด

4.1.3 Upload คำสั่ง Ladder ไปที่เครื่องพีแอลซี Mitsubishi รุ่น FX5U

4.1.4 การต่อใช้งาน Reed Switch แบบ 2-Wire ร่วมกับ PLC FX5U



	ใบงานที่ 5	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Reed Switch		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.5. บันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	สถานะ X1	สถานะ Y0	สถานะ Y1
1	ON		
2	ON		
3	ON		
4	ON		

4.1.6. สรุปผลการทดลอง

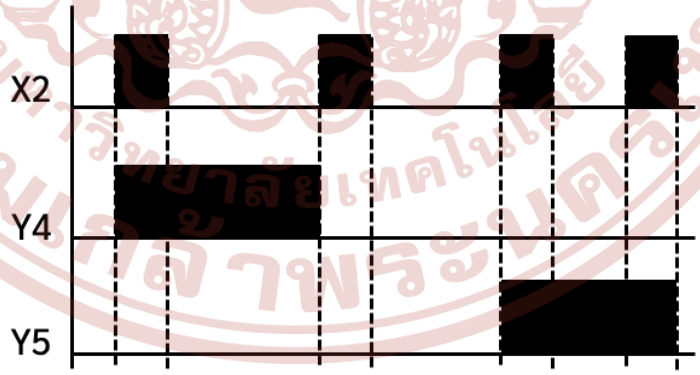
.....

.....

.....

4.2 ใช้งาน Reed Switch (3-Wire)

4.2.1 ออกแบบและเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขดังนี้



ตาราง I/O

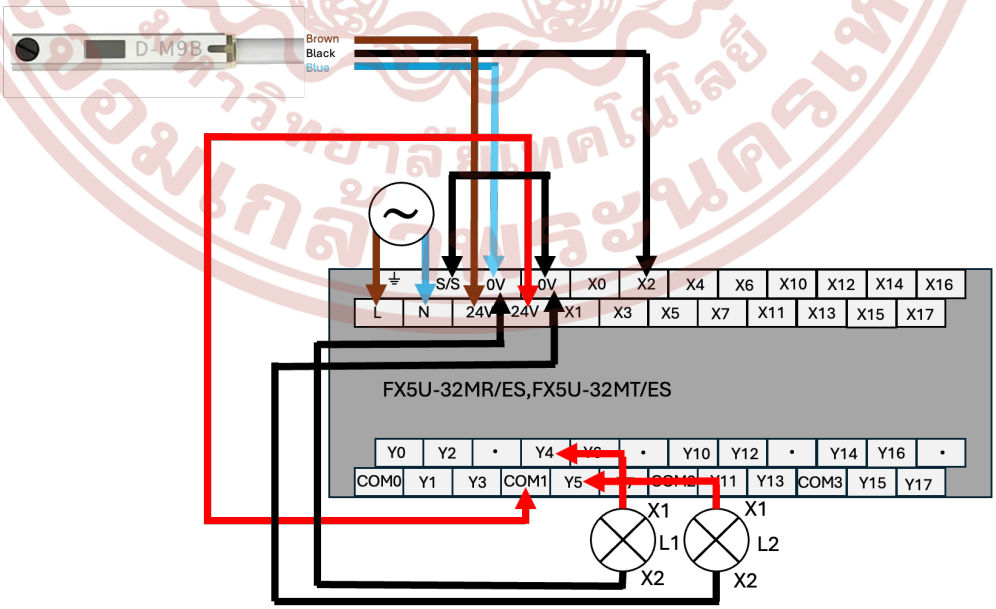
Input	X2	Reed Switch (3-Wire)
Output	Y4	Lamp 1
	Y5	Lamp 2

	ใบงานที่ 5	**หน่วยที่** 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Reed Switch		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.2.2 จงเขียน Ladder diagram ด้วยโปรแกรม GX Works 3 ที่ออกแบบจากตาราง Ladder

4.2.3 Upload คำสั่ง Ladder ไปที่เครื่องพีแอลซี Mitsubishi รุ่น FX5U

4.2.4 การต่อใช้งาน Reed Switch (3-Wire) ร่วมกับ PLC FX5U



	ใบงานที่ 5	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Reed Switch		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.5. บันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	สถานะ X2	สถานะ Y4	สถานะ Y5	หมายเหตุ
1	ON			
2	ON			
3	ON			
4	ON			

4.1.6. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

	ใบงานที่ 6	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Limit Switch ควบคุมการทำงาน Relay		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.1 ต่อใช้งาน Relay ร่วมกับเครื่องพีแอลซียี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U

1.2 ต่อใช้งาน Limit Switch ร่วมกับเครื่องพีแอลซียี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U

1.3 เขียนแลดเดอร์ไออะแกรมตามเงื่อนที่กำหนด

1.4 ส่งคำสั่งแลดเดอร์ไดอะแกรมลงเครื่องพีแอลซียี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U

1.5 ทดสอบการทำงานการควบคุมการทำงาน Relay ด้วย Limit Switch

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 PLC MELSEC iQ-F FX5U Series Sequencer CPU (FX5U-32MT/ES)	1 เครื่อง
2.2 ชุดทดลอง Limit Switch	1 ชุด
2.3 ชุดทดลอง Relay	1 ชุด
2.4 สายไฟฟ้าเชื่อมต่อ	10 เส้น
2.5 คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม GX Works3	1 เครื่อง
2.6 สายเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องพีแอลซี	1 เส้น
2.7 ไขควงกันไฟฟ้า	1 อัน

3. ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

Limit Switch คืออุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งหรือขอบเขตการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยอาศัยการสัมผัสทางกล (Mechanical Contact) เมื่อวัตถุหรือชิ้นส่วนของเครื่องจักรเคลื่อนที่มากระทบคันโยก ลูกกลิ้ง หรือปุ่มกดของสวิตช์ จะทำให้หน้าสัมผัสภายในเปลี่ยนสถานะ (ON/OFF) และส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังวงจรควบคุม เช่น PLC

3.1 หลักการทำงาน

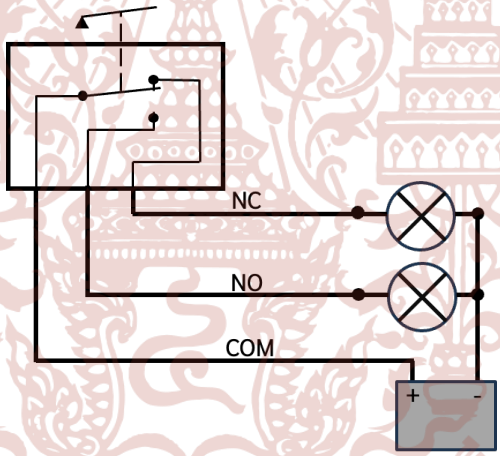
Limit Switch ภายในประกอบด้วยหน้าสัมผัสไฟฟ้า (Contact) ซึ่งอาจเป็นแบบ NO (Normally Open), NC (Normally Closed) หรือ COM (Common) เมื่อยังไม่มีการกระทบหน้าสัมผัสจะอยู่ในสภาพปกติ เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่มากระทบตัวกระตุ้น (Actuator) ของ Limit Switch หน้าสัมผัสจะเปลี่ยนสถานะ ทำให้วงจรไฟฟ้าเปิดหรือปิดตามที่ออกแบบไว้ จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งไปใช้ควบคุมหรือป้องกันการทำงานของระบบ

	ใบงานที่ 6	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Limit Switch ควบคุมการทำงาน Relay		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

3.2 คุณลักษณะสำคัญ

- ทำงานด้วยการสัมผัสทางกล
- มีความแข็งแรง ทนทาน เหมาะกับงานอุตสาหกรรม
- ให้สัญญาณ ON/OFF ที่ชัดเจน
- ใช้งานง่าย และมีต้นทุนต่ำสามารถใช้งานร่วมกับ PLC ได้โดยตรง

3.3 การต่อใช้งาน



4. ขั้นตอนการปฏิบัติ

4.1 การต่อ Limit Switch แบบ Sink

4.1.1 ออกแบบและเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขดังนี้



	ใบงานที่ 6	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Limit Switch ควบคุมการทำงาน Relay		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

ตาราง I/O

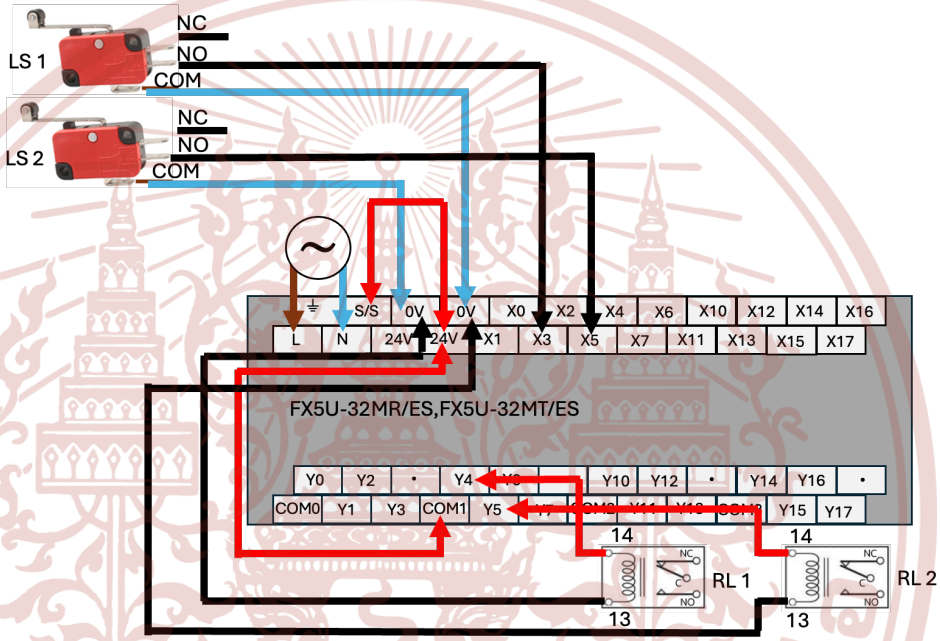
Input	X3	Limit Switch 1 (NO)
	X5	Limit Switch 2 (NO)
Output	Y3	Relay 1
	Y6	Relay 2

4.1.2 จงเขียน Ladder diagram ด้วยโปรแกรม GX Works 3 ที่ออกแบบจากตาราง Ladder และเงื่อนไขที่กำหนด

4.1.3 Upload คำสั่ง Ladder ไปที่เครื่องพีแอลซี Mitsubishi รุ่น FX5U

	ใบงานที่ 6	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Limit Switch ควบคุมการทำงาน Relay		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.4 การต่อใช้งาน Limit Switch ควบคุมการทำงาน Relay ร่วมกับ PLC FX5U **(Sink)**



4.1.5 บันทึกผลการทดลอง

Input	สถานะ	สถานะ Y3	สถานะ Y6	หมายเหตุ
X3	ON			
X5	ON			
X3 , X5	ON			

4.1.6. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

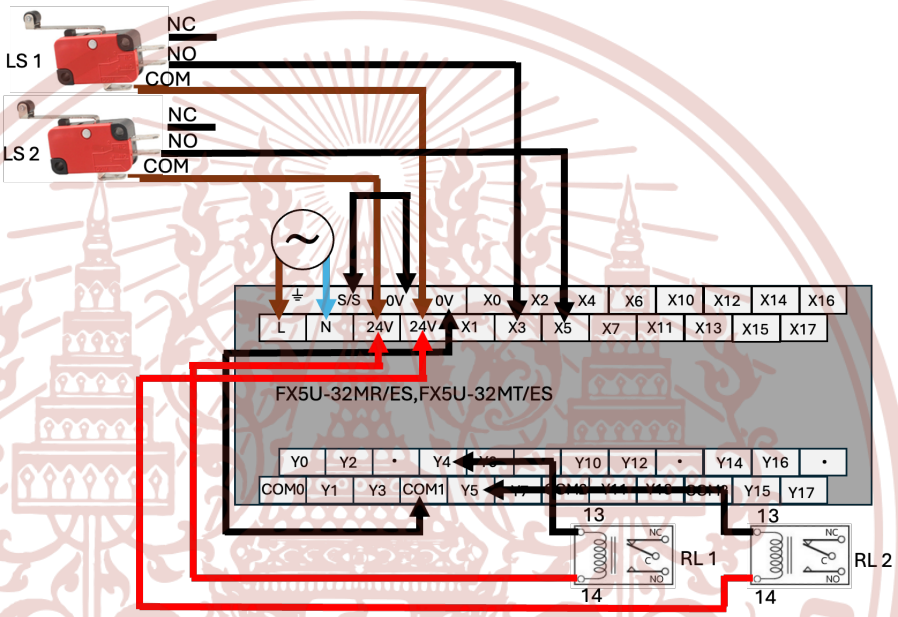
.....

.....

4.2 การต่อ Limit Switch แบบ Source

4.2.1 การต่อใช้งาน Limit Switch ควบคุมการทำงาน Relay ร่วมกับ PLC FX5U **(Source)** โดยใช้เงื่อนไขการทำงานตามของ 4.1.1

	ใบงานที่ 6	**หน่วยที่** 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Limit Switch ควบคุมการทำงาน Relay		**ปฏิบัติ** 12 ชม.



4.2.3 บันทึกผลการทดลอง

Input	สถานะ	สถานะ Y3	สถานะ Y6	หมายเหตุ
X3	ON			
X5	ON			
X3 , X5	ON			

4.2.3 สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

	ใบงานที่ 7	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Color Sensor ควบคุม Relay		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.1 ต่อใช้งาน Color Sensor ควบคุม Relay ร่วมกับเครื่องพีแอลซียี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U

1.2 เขียนแลดเดอร์ไออะแกรมตามเงื่อนที่กำหนด

1.3 ส่งคำสั่งแลดเดอร์ไดอะแกรมลงเครื่องพีแอลซียี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FX5U

1.4 ทดสอบการทำงานของ Color Sensor และคำสั่งแลดเดอร์ตามเงื่อนไข

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 PLC MELSEC iQ-F FX5U Series Sequencer CPU (FX5U-32MT/ES)	1 เครื่อง
2.2 ชุดทดลอง Color Sensor	1 ชุด
2.3 ชุดทดลอง Relay	1 ชุด
2.4 สายไฟฟ้าเชื่อมต่อ	10 เส้น
2.5 คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม GX Works3	1 เครื่อง
2.6 สายเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องพีแอลซี	1 เส้น
2.7 ไขควงกันไฟฟ้า	1 อัน

3. ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

Color Sensor คืออุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับและจำแนกสีของวัตถุ โดยอาศัยหลักการของ การสะท้อนและการดูดกลืนแสง (Reflection & Absorption of Light) ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ของแสงที่มองเห็น (Visible Light) เช่น แดง (Red) เขียว (Green) และน้ำเงิน (Blue) เซ็นเซอร์ชนิดนี้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรม ระบบคัดแยกชิ้นงาน และระบบควบคุมอัตโนมัติร่วมกับ PLC

3.1 หลักการทำงาน

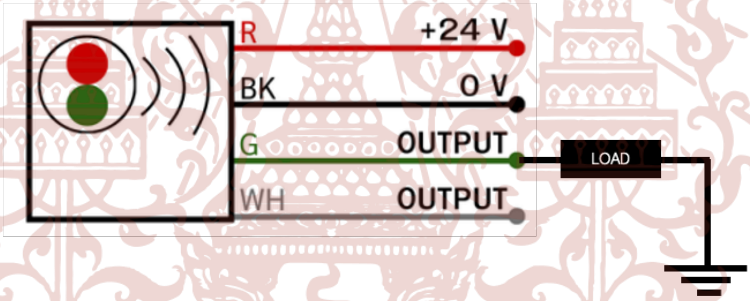
เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดส่องไปกระทบวัตถุ วัตถุแต่ละสีจะสะท้อนแสงในช่วงความยาวคลื่นไม่เท่ากัน แสงที่สะท้อนกลับมาจะถูกตรวจจับโดยตัวรับแสง จากนั้นวงจรประมวลผลภายในจะวิเคราะห์ค่าสัญญาณของแต่ละสี (RGB) แล้วเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ หากตรงตามเงื่อนไข เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณเอาต์พุต (ON/OFF) ออกมา

	ใบงานที่ 7	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Color Sensor ควบคุม Relay		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

3.2 คุณลักษณะสำคัญ

- ตรวจจับและแยกแยะสีของวัตถุได้ไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุ
- ความแม่นยำขึ้นอยู่กับพื้นผิว ระยะ และแสงภายนอก
- สามารถให้สัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิทัล
- ใช้งานร่วมกับ PLC ได้

3.3 การต่อใช้งาน



4. ขั้นตอนการปฏิบัติ

4.1 ใช้งาน Color Sensor

4.1.1 ออกแบบและเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขดังนี้

- เมื่อ X3 ตรวจจับวัตถุได้ตามสีที่กำหนด (แดง) จะส่งสัญญาณให้ Y10 ทำงาน ()
- หาก X3 ตรวจจับแล้วไม่ใช่สีของวัตถุตามที่ตั้งค่าไว้ จะทำให้ Y10 หยุดทำงาน และ Y11 ทำงาน

ตาราง I/O

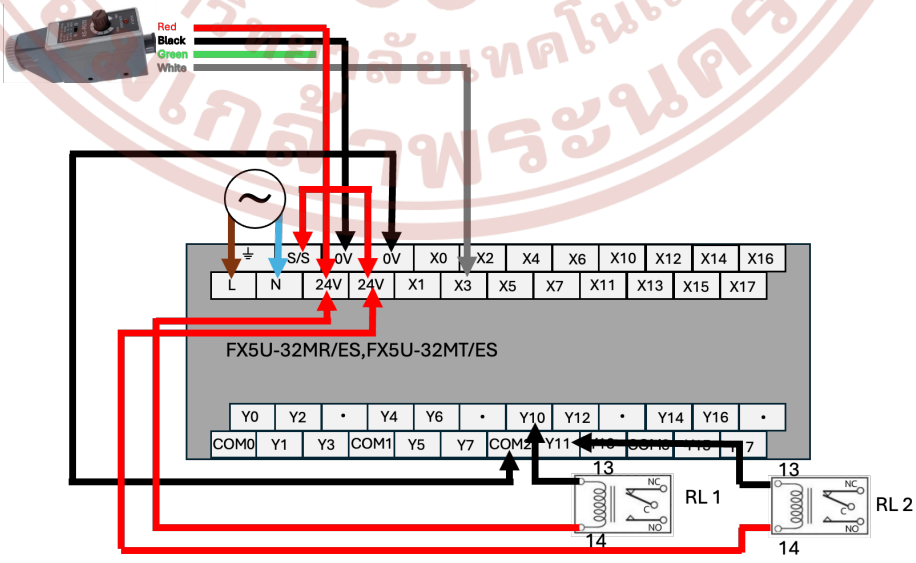
Input	X3	Color Sensor
Output	Y10	Relay 1 (Forward)
	Y11	Relay 2 (Reverse)

	ใบงานที่ 7	**หน่วยที่** 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Color Sensor ควบคุม Relay		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.2 จงเขียน Ladder diagram ด้วยโปรแกรม GX Works 3 ที่ออกแบบจากตาราง Ladder และเงื่อนไขที่กำหนด

4.1.3 Upload คำสั่ง Ladder ไปที่เครื่องพีแอลซี Mitsubishi รุ่น FX5U

4.1.4 การต่อใช้งาน Color Sensor ร่วมกับ PLC FX5U



	ใบงานที่ 7	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่อใช้งาน Color Sensor ควบคุม Relay		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

4.1.5. บันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	สีวัตถุ	สถานะ Y10	สถานะ Y11
1	แดง		
2	เหลือง		
3	เขียว		
4	ดำ		

4.1.6. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

	ใบมอบหมายงาน	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

1.1 โครงร่างโครงงาน (Project Proposal)

1.2 ผังงานการทำงานของระบบ (Flowchart)

1.3 ชิ้นงานที่สามารถทำงานได้จริง

1.4 รายงานสรุปผลการดำเนินงานและการแก้ปัญหา

2. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

วิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมการคัดแยกวัสดุโดยใช้ PLC และอุปกรณ์ Input/Output ได้ถูกต้องตามหลักการ

3. วัตถุประสงค์

3.1 วิเคราะห์ปัญหาและกำหนดขอบเขตของโครงงานควบคุมการคัดแยกวัสดุด้วย PLC

3.2 เขียนโครงร่างโครงงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขของอุปกรณ์ที่ได้รับ

3.3 วางแผนดำเนินการสร้างชิ้นงานควบคุมการคัดแยกวัสดุด้วย PLC ได้ตามขั้นตอนที่กำหนด

3.4 ทดสอบ ตรวจสอบ และปรับปรุงการทำงานของชิ้นงานให้สามารถใช้งานได้

4. สถานการณ์ปัญหา

ให้นักเรียนพัฒนาโครงงาน "ระบบควบคุมการคัดแยกวัสดุด้วย PLC" โดยใช้ชนิดของเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ Input/Output ที่ได้รับเป็นเงื่อนไขในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน

5. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

5.1 นักเรียนจับกลุ่ม 4-5 คนต่อกลุ่ม

5.2 ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อหาข้อสรุปในการเขียนแบบร่างโครงงานตามเงื่อนไขชนิดของอุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มได้รับ โดยให้สอดคล้องกับเรื่องการควบคุมการคัดแยกวัตถุด้วย PLC

5.3 แบ่งหน้าที่ในกลุ่มเพื่อศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

5.4 หาครูที่ปรึกษาโครงงาน

5.5 ร่วมกันเขียนแบบร่างโครงการตามแบบฟอร์มที่กำหนดให้

5.6 วางแผนการดำเนินการสร้างผลงาน

	ใบมอบหมายงาน	หน่วยที่ 3
	วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า 20104-2011	**การเรียนรู้ครั้งที่** 8-11
	หน่วยการเรียนรู้ งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	**ทฤษฎี** 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน การต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต		**ปฏิบัติ** 12 ชม.

5.7 สร้างชิ้นงาน/พัฒนา/แก้ปัญหาในหัวข้อเรื่องการควบคุมการคัดแยกวัตถุด้วย PLC ตามชนิดเซ็นเซอร์ที่นักเรียนได้รับในแต่ละกลุ่ม ตามแผนที่วางไว้

5.8 ตรวจสอบการทำงานของผลงานให้เป็นไปตามเงื่อนไข

6. เครื่องมืออุปกรณ์

6.1 แบบฟอร์มการเขียนแบบร่างโครงงาน

6.2 เซ็นเซอร์ที่เป็นเงื่อนไขของแต่ละกลุ่ม

6.3 เครื่องโปรแกรมลอจิเมเบิลคอลโทรลเลอร์ PLC

6.4 ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสาย อินพุต เอาต์พุต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

แบบเสนอโครงงาน

ชื่อโครงการ

ภาษาไทย : .....

ภาษาอังกฤษ : .....

ชื่อผู้ทำโครงการ

1) นาย/นางสาว..... รหัสนักศึกษา.....
2) นาย/นางสาว..... รหัสนักศึกษา.....
3) นาย/นางสาว..... รหัสนักศึกษา.....
4) นาย/นางสาว..... รหัสนักศึกษา.....
5) นาย/นางสาว..... รหัสนักศึกษา.....

ระดับชั้น ..... **ห้อง** .....

สาขาวิชา.....

ครูที่ปรึกษา

1) .....
2) .....

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1. ความสำคัญของโครงการ

2. วัตถุประสงค์

3. วิธีการ

4. ขอบเขตของโครงการ

5. แบบร่างชิ้นงาน

5. ระยะเวลาในการดำเนินงาน

.....

.....

.....

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. สถานที่ทำโครงการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้เสนอโครงการ ลงชื่อ ..... ผู้เสนอโครงการ

(.....) (.....)

ลงชื่อ ..... ผู้เสนอโครงการ ลงชื่อ ..... ผู้เสนอโครงการ

(.....) (.....)

ลงชื่อ ..... ครูที่ปรึกษาโครงการ

(.....)



ภาคผนวก ข

- เกณฑ์การปฏิบัติงานของนักศึกษาที่ปฏิบัติงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)
- เกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

ตารางที่ ข-1 เกณฑ์การปฏิบัติงานหน่วย งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุตวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108)

รายการประเมิน	คะแนน	
	เต็ม	ที่ได้
1. ขั้นการเตรียมอุปกรณ์		
1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้ครบถ้วนตามใบงาน	3	
2. เลือกใช้สายไฟเหมาะสมกับชนิดอินพุต–เอาต์พุต	2	
3. ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ก่อนใช้งาน	3	
4. จัดเตรียมอุปกรณ์เป็นระเบียบ พร้อมใช้งาน	2	
5. ปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยก่อนเริ่มงาน	2	
2. ขั้นการตรวจสอบ		
1. ตรวจสอบผังการต่อสาย (Wiring Diagram) ก่อนปฏิบัติงาน	3	
2. ตรวจสอบตำแหน่งขั้วอินพุต–เอาต์พุตให้ถูกต้อง	2	
3. ตรวจสอบแรงดันและชนิดสัญญาณให้ตรงกับอุปกรณ์	2	
4. ตรวจสอบความแน่นหนาและความถูกต้องของสายไฟ	3	
5. ตรวจสอบความเรียบร้อยของระบบก่อนจ่ายไฟและทดสอบ	1	
3. ขั้นปฏิบัติงาน		
1. ต่อสายอินพุต–เอาต์พุตได้ตรงตามผังวงจร	5	
2. ยึดสายเข้าขั้วต่อแน่นหนา ไม่หลวม	3	
3. แยกสายสัญญาณและสายกำลังได้ถูกต้อง	2	
4. ต่อสายได้เป็นระเบียบ สวยงาม และได้มาตรฐาน	2	
5. เขียนโปรแกรมได้ถูกต้องตามเงื่อนไข	3	
6. อัปโหลดโปรแกรมที่ออกแบบไปยัง PLC ได้ถูกต้อง	2	
7. ตรวจสอบสัญญาณตรงตามตาราง I/O ที่กำหนด	1	
8. อุกปกรณ์ทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไข	4	
4. กิจนิสัยและเวลา		
1. ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจและรอบคอบ	1	
2. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงานอย่างสม่ำเสมอ	1	
3. ใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธีและระมัดระวัง	1	
4. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	1	
5. รับผิดชอบงาน ดูแลอุปกรณ์ และเก็บพื้นที่หลังเสร็จงาน	1	
รวมคะแนน	**50**	

การประเมินผลการปฏิบัติงาน
หน่วย งานต่อวงจรและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต
วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (20104-2108)

ช่วงคะแนน	**คำอธิบายระดับคุณภาพ**
ร้อยละ 80 – 100	หมายถึง ผลการปฏิบัติดีมาก
ร้อยละ 70 – 79	หมายถึง ผลการปฏิบัติดี
ร้อยละ 60 – 69	หมายถึง ผลการปฏิบัติปานกลาง
ร้อยละ 50 – 59	หมายถึง ผลการปฏิบัติผ่านเกณฑ์
ต่ำกว่าร้อยละ 50	หมายถึง ผลการปฏิบัติไม่ผ่านเกณฑ์

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

ตารางที่ ข-2 เกณฑ์คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ขั้นตอนที่ 1-3

รายละเอียดการให้คะแนน	**คะแนน : 4 ดีเยี่ยม**	**คะแนน : 3 ดี**	**คะแนน : 2 พอใช้**	**คะแนน : 1 ปรับปรุง**	**คะแนน**
ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดประเด็นปัญหา					
การเลือกประเด็นปัญหา	ประเด็นชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหามีความน่าสนใจและเป็นไปได้	ประเด็นค่อนข้างชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา	ประเด็นกว้างหรือยังไม่ชัดเจน	ประเด็นไม่ชัดเจนไม่สอดคล้องกับเนื้อหา	
การสืบค้นข้อมูล	สืบค้นจากหลายแหล่ง มีความน่าเชื่อถือ อธิบายเหตุผลได้	สืบค้นจากแหล่งข้อมูลพอสมควร	สืบค้นข้อมูลจำกัด	ขาดการสืบค้นหรือข้อมูลไม่ถูกต้อง	
ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนดำเนินการ					
การกำหนดจุดประสงค์	จุดประสงค์ชัดเจน วัดผลได้ สอดคล้องกับปัญหา	จุดประสงค์ชัดเจนแต่ยังไม่ครบถ้วน	จุดประสงค์คลุมเครือ	ไม่สามารถระบุจุดประสงค์ได้	
วิธีการศึกษาและเก็บข้อมูล	วิธีการชัดเจน เป็นขั้นตอน เหมาะสม	วิธีการค่อนข้างชัดเจน	วิธีการยังไม่เป็นระบบ	ไม่มีการกำหนดวิธีการ	
การเขียนเค้าโครงโครงงาน	เขียนครบถ้วน ถูกต้องตามแบบฟอร์ม	เขียนเกือบครบ	เขียนไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถจัดทำเค้าโครงได้	
ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติการตามแผน					
การปฏิบัติตามแผน	ดำเนินงานครบทุกขั้นตอน ตามแผน	ดำเนินงานตามแผนเป็นส่วนใหญ่	ดำเนินงานบางขั้นตอน	ไม่เป็นไปตามแผน	
การสร้าง/พัฒนา/แก้ปัญหา	ชิ้นงานใช้งานได้จริง แก้ปัญหาได้ตรงประเด็น	ชิ้นงานใช้งานได้บางส่วน	ชิ้นงานยังมีข้อบกพร่อง	ไม่สามารถสร้างชิ้นงานได้	
การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า	สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติงานได้อย่างเหมาะสม	แก้ปัญหาได้แต่ยังต้องได้รับคำแนะนำ	แก้ปัญหาได้บางกรณี	ไม่สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้	
การประยุกต์ใช้ความรู้จากวิชาอื่น	สามารถบูรณาการความรู้จากหลายวิชาได้อย่างเหมาะสม	ประยุกต์ใช้ความรู้จากวิชาอื่นได้บางส่วน	การประยุกต์ใช้ยังไม่ชัดเจน	ไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากวิชาอื่นได้	
การทำงานเป็นทีม	ร่วมมือดีมาก แบ่งหน้าที่ชัดเจน	ร่วมมือกันพอสมควร	ร่วมมือกันน้อย	ขาดการทำงานเป็นทีม	

ตารางที่ ข-3 เกณฑ์คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ขั้นตอนที่ 4-5

รายละเอียดการให้คะแนน	คะแนน : 4 ดีเยี่ยม	คะแนน : 3 ดี	คะแนน : 2 พอใช้	คะแนน : 1 ปรับปรุง	คะแนน
ขั้นที่ 4 ขั้นการเขียนรายงาน					
เนื้อหาสาระของรายงาน	เนื้อหาครบถ้วน ครอบคลุมกระบวนการศึกษา/พัฒนา/สร้างทั้งหมด	เนื้อหาครบเกือบทั้งหมด	เนื้อหาขาดบางส่วน	เนื้อหาไม่ครบหรือไม่ตรงประเด็น	
การเรียบเรียงเนื้อหา	เรียบเรียงเป็นลำดับชัดเจน เข้าใจง่าย	เรียบเรียงค่อนข้างดี	ลำดับเนื้อหายังไม่ชัด	เรียบเรียงสับสน	
การใช้ภาษา	ใช้ภาษาถูกต้อง เป็นทางการ เหมาะสมกับรายงาน	มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย	มีข้อผิดพลาดหลายจุด	ใช้ภาษาไม่ถูกต้อง	
ความถูกต้องของข้อมูล	ข้อมูลถูกต้อง น่าเชื่อถือ อ้างอิงเหมาะสม	ข้อมูลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ข้อมูลบางส่วนคลาดเคลื่อน	ข้อมูลผิดพลาดชัดเจน	
ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลงาน					
เนื้อหาการนำเสนอ	นำเสนอเนื้อหาครบถ้วน ครอบคลุมวัตถุประสงค์ ระเบียบวิธีดำเนินงาน และผลการดำเนินงานอย่างเป็นระบบและชัดเจน	นำเสนอเนื้อหาครอบคลุมประเด็นหลักเป็นส่วนใหญ่	นำเสนอเนื้อหาไม่ครบถ้วน หรือขาดความต่อเนื่อง	เนื้อหาไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือขาดความชัดเจน	
บุคลิกภาพและการสื่อสารของผู้นำเสนอ	แสดงบุคลิกภาพที่เหมาะสม มั่นใจ ใช้ภาษาวิชาการ น้ำเสียงและท่าทางสอดคล้องกับการนำเสนอเชิงวิชาการ	บุคลิกภาพและการสื่อสารเหมาะสม มีข้อบกพร่องเล็กน้อย	การสื่อสารยังไม่ชัดเจน ขาดความมั่นใจ	บุคลิกภาพและการสื่อสารไม่เหมาะสมกับการนำเสนอเชิงวิชาการ	
สื่อที่ใช้ในการนำเสนอ	เลือกและออกแบบสื่อได้เหมาะสม สนับสนุนความเข้าใจเนื้อหาอย่างมีประสิทธิภาพ	สื่อเหมาะสมและช่วยอธิบายเนื้อหาได้	สื่อยังไม่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้งหมด	สื่อไม่เหมาะสมหรือขาดสื่อประกอบ	

ตารางที่ 3-3 เกณฑ์คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ขั้นตอนที่ 4-5 (ต่อ)

รายละเอียดการให้คะแนน	**คะแนน : 4 ดีเยี่ยม**	**คะแนน : 3 ดี**	**คะแนน : 2 พอใช้**	**คะแนน : 1 ปรับปรุง**	**คะแนน**
ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลงาน					
ชิ้นงานที่สร้างหรือพัฒนา	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ สามารถใช้งานได้จริง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงงาน	ชิ้นงานสามารถใช้งานได้ แต่ยังมีข้อจำกัดบางประการ	ชิ้นงานยังไม่สมบูรณ์ หรือใช้งานได้ไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถแสดงชิ้นงานหรือชิ้นงานไม่สามารถใช้งานได้	
ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างผลงาน	แสดงแนวคิดเชิงสร้างสรรค์หรือแนวทางใหม่ที่สามารถต่อยอดเชิงวิชาการหรือเชิงปฏิบัติได้	มีความคิดสร้างสรรค์ในบางส่วนของผลงาน	แนวคิดสร้างสรรค์ยังไม่เด่นชัด	ขาดความคิดสร้างสรรค์	
การเชื่อมโยงกับเนื้อหาและองค์ความรู้	สามารถเชื่อมโยงผลงานกับเนื้อหาในรายวิชาและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างเป็นระบบและชัดเจน	เชื่อมโยงกับเนื้อหาได้เป็นส่วนใหญ่	การเชื่อมโยงยังไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถเชื่อมโยงผลงานกับเนื้อหาได้	
การใช้เทคนิคหรือแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา	เลือกใช้เทคนิคหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีความแปลกใหม่	ใช้เทคนิคที่เหมาะสมตามแนวปฏิบัติมาตรฐาน	ใช้เพียงเทคนิคพื้นฐาน	ไม่สามารถอธิบายหรือเลือกใช้เทคนิคในการแก้ปัญหาได้	
การมีส่วนร่วมของสมาชิก	สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมอย่างชัดเจนและเท่าเทียมในการนำเสนอ	สมาชิกส่วนใหญ่มีส่วนร่วม	สมาชิกมีส่วนร่วมเพียงบางคน	ขาดการมีส่วนร่วมของสมาชิก	



ภาคผนวก ค

- คะแนนการปฏิบัติงานของนักเรียนที่ปฏิบัติงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)
- คะแนนการปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

ตารางที่ ค-1 คะแนนการปฏิบัติใบงานที่ 1-4 หน่วยที่ 3 เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC

รหัสนักศึกษา	ใบงานที่ 1		ใบงานที่ 2		ใบงานที่ 3		ใบงานที่ 4	
	ครั้งที่ 1 (50 คะแนน)	ครั้งที่ 2 (50 คะแนน)	ครั้งที่ 1 (50 คะแนน)	ครั้งที่ 2 (50 คะแนน)	ครั้งที่ 1 (50 คะแนน)	ครั้งที่ 2 (50 คะแนน)	ครั้งที่ 1 (50 คะแนน)	ครั้งที่ 2 (50 คะแนน)
66201041001	18	34	25	45	19	35	24	35
66201041002	22	43	22	37	23	44	26	46
66201041003	26	48	18	41	29	49	23	39
66201041004	21	39	22	38	27	48	27	38
66201041005	29	47	20	37	23	40	21	36
66201041006	19	37	26	45	22	40	29	48
66201041007	26	45	18	35	18	35	25	48
66201041008	23	39	27	47	29	49	19	35
66201041009	19	34	27	38	23	43	26	48
66201041010	27	49	21	42	29	48	21	43
66201041011	29	45	29	45	18	33	25	41
66201041013	19	35	25	47	26	48	18	38
66201041014	27	44	20	37	29	45	28	45
66201041015	18	36	23	42	21	37	29	45
66201041016	28	49	29	46	23	40	20	41
66201041017	23	40	23	38	21	39	23	46
66201041018	18	35	28	47	27	44	26	45
66201041019	23	41	20	39	29	49	22	41
66201041021	25	46	28	48	22	41	27	44

ตารางที่ ค-2 คะแนนการปฏิบัติใบงานที่ 5-7 หน่วยที่ 3 เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC

รหัสนักศึกษา	ใบงานที่ 5		ใบงานที่ 6		ใบงานที่ 7	
	ครั้งที่ 1 (50 คะแนน)	ครั้งที่ 2 (50 คะแนน)	ครั้งที่ 1 (50 คะแนน)	ครั้งที่ 2 (50 คะแนน)	ครั้งที่ 1 (50 คะแนน)	ครั้งที่ 2 (50 คะแนน)
66201041001	20	42	28	39	21	40
66201041002	29	48	22	42	29	49
66201041003	20	39	28	46	18	36
66201041004	19	41	26	48	23	38
66201041005	22	40	27	43	20	39
66201041006	28	45	20	37	25	46
66201041007	24	43	26	46	22	37
66201041008	18	40	29	44	26	49
66201041009	21	37	19	40	18	37
66201041010	22	45	29	49	18	33
66201041011	18	39	29	46	20	37
66201041013	27	48	22	45	20	35
66201041014	25	45	20	40	27	46
66201041015	22	41	27	46	20	35
66201041016	29	47	28	49	29	49
66201041017	26	42	21	37	26	44
66201041018	18	38	29	44	29	48
66201041019	28	48	21	40	20	37
66201041021	18	35	20	39	21	38

ตารางที่ ค-3 ผลการเปรียบเทียบทักษะเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ของผู้เรียนหน่วยที่ 3 เรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC

รหัสนักศึกษา	ครั้งที่ 1 (350 คะแนน)	ครั้งที่ 2 (350 คะแนน)	คะแนนเปลี่ยนแปลง	แปลผลพัฒนา
66201041001	155	270	59.0	มาก
66201041002	173	309	76.8	สูงมาก
66201041003	162	298	72.3	มาก
66201041004	165	290	67.6	มาก
66201041005	162	282	63.8	มาก
66201041006	169	298	71.3	มาก
66201041007	159	289	68.1	มาก
66201041008	171	303	73.7	มาก
66201041009	153	277	62.9	มาก
66201041010	167	309	77.6	สูงมาก
66201041011	168	286	64.8	มาก
66201041013	157	296	72.0	มาก
66201041014	176	302	72.4	มาก
66201041015	160	282	64.2	มาก
66201041016	186	321	82.3	สูงมาก
66201041017	163	286	65.8	มาก
66201041018	175	301	72.0	มาก
66201041019	163	295	70.6	มาก
66201041021	161	291	68.8	มาก

ตารางที่ ค-4 ผลการสัมฤทธิ์การบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) หน่วยที่ 3 เรื่อง การต่ออุปกรณ์อินพุต - เอาต์พุต ของ PLC

กลุ่มที่	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 4	ขั้นที่ 5	คะแนนรวม	แปลผล
1	8	12	18	18	18	**74**	**ดีเยี่ยม**
2	6	8	13	12	13	**52**	**ดี**
3	7	11	17	17	17	**69**	**ดีเยี่ยม**
4	7	10	15	15	16	**63**	**ดีเยี่ยม**

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี



ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกริช ภักดีโต	อาจารย์ประจำ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. นางรักษิณากัญญ์ เบญญาบุณาพจน์	ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
2. นายคธายุทธ เหล่าสะพาน	ครู แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า โทร. 3302

ที่ คฟ 58/2569 **วันที่** 4 กุมภาพันธ์ 2569

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกริช ภักดีโต

ด้วยนายเริงชัย ทองเพ็ชร รหัสประจำตัว 67-020258-5603-5 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งได้จัดทำหัวข้อการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุโดยบูรณาการเรียนรู้ใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ศรีจันทร์พิยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือวิจัยในการประกอบการจัดทำการค้นคว้าอิสระในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานี น้อยยิ่ง)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ที่ อว 7104.2/83

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

4 กุมภาพันธ์ 2569

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือวิจัย

เรียน นางรักษิณากัญญ์ เบญญาบุณาพจน์
ครูชำนาญการพิเศษ แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

ด้วยนายเริงชัย ทองเพ็ชร รหัสประจำตัว 67-020258-5603-5 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งได้จัดทำหัวข้อการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้ใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ศรีจันทร์พิยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือวิจัยในการประกอบการจัดทำการค้นคว้าอิสระในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

ภานี น้อยยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานี น้อยยิ่ง)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302
โทรสาร 02 587 8255



ที่ อว 7104.2/84

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

4 กุมภาพันธ์ 2569

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือวิจัย

เรียน นายคธายุทธ เหล่าสะพาน
ครู แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

ด้วยนายเริงชัย ทองเพ็ชร รหัสประจำตัว 67-020258-5603-5 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งได้จัดทำหัวข้อการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้ใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ศรีจันทร์พิยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือวิจัยในการประกอบการจัดทำการค้นคว้าอิสระในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานี น้อยยิ่ง)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302
โทรสาร 02 587 8255

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ภาคผนวก จ

แบบประเมินความเหมาะสมเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

แบบประเมินความเหมาะสม
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่องการพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน
   ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน
   ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
   ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

2. แบบประเมินนี้ใช้สำหรับหาข้อมูลการวิจัยเท่านั้น ไม่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติหน้าที่และสถานะภาพทางราชการแต่ประการใด คำตอบของท่านจะเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้อย่างยิ่ง ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย
   3.1 แผนการสอนฐานสมรรถนะ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)
   3.2 ชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)
   3.3 ใบปฏิบัติงาน
      3.3.1 ใบปฏิบัติงานการต่ออุปกรณ์ อินพุต - เอาต์พุต
      3.3.2 ใบมอบหมายงาน เรื่องการควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)
   3.4 เกณฑ์การให้คะแนน
      3.4.1 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการปฏิบัติการต่ออุปกรณ์ อินพุต - เอาต์พุต
      3.4.2 เกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติงานเรื่องการควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

กรุณาทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงใน ☐ หน้าตัวเลือกที่ตรงกับสภาพความเป็นจริง

1. วุฒิการศึกษา

☐ ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า ☐ ปริญญาโทหรือเทียบเท่า ☐ ปริญญาเอกหรือเทียบเท่า

2. วิทยฐานะ

☐ ครูชำนาญการพิเศษ ☐ ครูชำนาญการ ☐ ครู ☐ อื่น ๆ.....

3. ประสบการณ์ด้านการสอน

☐ ต่ำกว่า 5 ปี ☐ 6-10 ปี ☐ มากกว่า 10 ปี ขึ้นไป

4. อายุ

☐ 30-40 ปี ☐ 45-50 ปี ☐ 50 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โปรดพิจารณาข้อคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ในช่องระดับความคิดเห็นด้วยที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงข้อละ 1 ตัวเลือกโดยมีระดับความคิดเห็นดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ตัวอย่าง การตอบแบบสอบถาม

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1.1 ชุดฝึกกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้	✓				
1.2 ชุดฝึกมีการประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้		✓			

ข้อคำถาม 1.1 ผู้ตอบประเมิน ชุดฝึกกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ในระดับ “เห็นด้วยมากที่สุด”

ข้อคำถาม 1.2 ผู้ตอบประเมิน ชุดฝึกมีการประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในระดับ “เห็นด้วยมาก”

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านแผนการจัดการเรียนรู้					
ความสอดคล้องของแผนการสอนกับหลักสูตรฐานสมรรถนะ					
ความชัดเจนของสมรรถนะที่คาดหวังจากผู้เรียน					
ความเหมาะสมของการบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)					
ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ต่อระดับของผู้เรียน					
ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้					
ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมตามแผนการสอน					
ความชัดเจนของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้					
ความเหมาะสมของวิธีการวัดและประเมินผล					
2. ด้านชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)					
ความสอดคล้องของชุดฝึกกับสมรรถนะด้านงาน PLC					
ความเหมาะสมของเนื้อหาต่อระดับผู้เรียน					
ความถูกต้องของเนื้อหาทางเทคนิคด้าน PLC					
ความชัดเจนของคำอธิบายและขั้นตอนการฝึก					
ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้ในชุดฝึก					
ความปลอดภัยในการใช้งานชุดฝึก					
ความสามารถของชุดฝึกในการส่งเสริมทักษะการปฏิบัติจริง					
ความพร้อมในการนำไปใช้จริงในการจัดการเรียนการสอน					
3. ใบปฏิบัติงานการต่ออุปกรณ์อินพุต – เอาต์พุต					
ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ใบปฏิบัติงาน					
ความถูกต้องของเนื้อหาการต่ออุปกรณ์อินพุต–เอาต์พุต					
ความชัดเจนของคำสั่งและขั้นตอนการปฏิบัติงาน					
ความเหมาะสมของระดับความยาก–ง่าย					
ความสอดคล้องกับสมรรถนะที่ต้องการพัฒนา					
ความเหมาะสมของภาพประกอบ/แผนผังการต่ออุปกรณ์					
ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน					
ความสามารถในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง					

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
4. ใบมอบหมายงาน					
ความชัดเจนของโจทย์และขอบเขตงาน					
ความสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน					
ความเหมาะสมของงานต่อสมรรถนะผู้เรียน					
การส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา					
การส่งเสริมการทำงานเป็นทีม					
ความเหมาะสมของระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน					
ความชัดเจนของเกณฑ์ความสำเร็จของงาน					
ความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง					
5. เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการปฏิบัติการต่ออุปกรณ์อินพุต – เอาต์พุต					
ความชัดเจนของเกณฑ์การให้คะแนน					
ความครอบคลุมของทักษะการปฏิบัติงาน					
ความสอดคล้องกับสมรรถนะที่ต้องการประเมิน					
ความเหมาะสมของระดับคะแนนในแต่ละตัวชี้วัด					
ความเป็นธรรมในการประเมินผู้เรียน					
ความชัดเจนของคำอธิบายแต่ละระดับคะแนน					
ความสะดวกในการนำไปใช้ประเมินจริง					
6. เกณฑ์การประเมินผลงานโครงงาน					
ความชัดเจนของเกณฑ์การประเมินผลงานโครงงาน					
ความครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการทำงาน					
ความสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน					
ความเหมาะสมของตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์					
ความสามารถในการสะท้อนสมรรถนะที่แท้จริงของผู้เรียน					
ความเป็นธรรมและความเที่ยงตรงของการให้คะแนน					
ความเหมาะสมในการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน					

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ภาคผนวก ช

ผลการประเมินความเหมาะสมเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ตารางที่ ช-1 ผลการประเมินความเหมาะสมเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

รายการ		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD	แปลผล
1. ด้านแผนการจัดการเรียนรู้							
1.1	ความสอดคล้องของแผนการสอนกับหลักสูตรฐานสมรรถนะ	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.2	ความชัดเจนของสมรรถนะที่คาดหวังจากผู้เรียน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.3	ความเหมาะสมของการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.4	ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ต่อระดับความสามารถของผู้เรียน	5	4	4	4.33	0.58	ดีมาก
1.5	ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.6	ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมตามแผนการสอน	4	4	5	4.33	0.58	ดีมาก
1.7	ความชัดเจนของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
1.8	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและประเมินผล	4	4	4	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ยรวม					**4.58**	**0.50**	**ดีมาก**
2. ด้านชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)							
2.1	ความสอดคล้องของชุดฝึกกับสมรรถนะด้านงาน PLC	5	5	4	4.67	0.58	ดี
2.2	ความเหมาะสมของเนื้อหาต่อระดับผู้เรียน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
2.3	ความถูกต้องของเนื้อหาทางเทคนิคด้าน PLC	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.4	ความชัดเจนของคำอธิบายและขั้นตอนการฝึก	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.5	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้ในชุดฝึก	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.6	ความปลอดภัยในการใช้งานชุดฝึก	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.7	ความสามารถของชุดฝึกในการส่งเสริมทักษะการปฏิบัติจริง	5	4	5	4.67	0.58	ดี
2.8	ความพร้อมในการนำไปใช้จริงในการจัดการเรียนการสอน	4	5	5	4.67	0.58	ดี
เฉลี่ยรวม					**4.71**	**0.46**	**ดีมาก**
3. ใบปฏิบัติงานการต่ออุปกรณ์อินพุต – เอาต์พุต							
3.1	ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ใบปฏิบัติงาน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
3.2	ความถูกต้องของเนื้อหาการต่ออุปกรณ์อินพุต–เอาต์พุต	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
3.3	ความชัดเจนของคำสั่งและขั้นตอนการปฏิบัติงาน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
3.4	ความเหมาะสมของระดับความยาก–ง่าย	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.5	ความสอดคล้องกับสมรรถนะที่ต้องการพัฒนา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.6	ความเหมาะสมของภาพประกอบ/แผนผังการต่ออุปกรณ์	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
3.7	ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	5	4	4	4.33	0.58	ดี
3.8	ความสามารถในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	5	4	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยรวม					**4.63**	**0.49**	**ดีมาก**

4. ใบมอบหมายงาน							
4.1	ความชัดเจนของโจทย์และขอบเขตงาน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
4.2	ความสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
4.3	ความเหมาะสมของงานต่อสมรรถนะผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
4.4	การส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
4.5	การส่งเสริมการทำงานเป็นทีม	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
4.6	ความเหมาะสมของระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน	4	4	5	4.33	0.58	ดี
4.7	ความชัดเจนของเกณฑ์ความสำเร็จของงาน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
4.8	ความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
เฉลี่ยรวม					**4.71**	**0.46**	**ดีมาก**
5. เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการปฏิบัติการต่ออุปกรณ์อินพุต – เอาต์พุต							
5.1	ความชัดเจนของเกณฑ์การให้คะแนน	4	4	5	4.33	0.58	ดี
5.2	ความครอบคลุมของทักษะการปฏิบัติงาน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
5.3	ความสอดคล้องกับสมรรถนะที่ต้องการประเมิน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
5.4	ความเหมาะสมของระดับคะแนนในแต่ละตัวชี้วัด	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
5.5	ความเป็นธรรมในการประเมินผู้เรียน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
5.6	ความชัดเจนของคำอธิบายแต่ละระดับคะแนน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
5.7	ความสะดวกในการนำไปใช้ประเมินจริง	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
	เฉลี่ยรวม				**4.67**	**0.48**	**ดีมาก**
6. เกณฑ์การประเมินผลงานโครงงาน							
6.1	ความชัดเจนของเกณฑ์การประเมินผลงานโครงงาน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
6.2	ความครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการทำงาน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
6.3	ความสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
6.4	ความเหมาะสมของตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
6.5	ความสามารถในการสะท้อนสมรรถนะที่แท้จริงของผู้เรียน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
6.6	ความเป็นธรรมและความเที่ยงตรงของการให้คะแนน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
6.7	ความเหมาะสมในการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
เฉลี่ยรวม					**4.62**		**ดีมาก**

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายเริงชัย ทองเพ็ชร

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การพัฒนาชุดฝึกฐานสมรรถนะงานต่อสายโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมระบบการคัดแยกวัตถุ โดยบูรณาการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL)

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ประวัติ **ประวัติการศึกษา**

พ.ศ. 2561 ประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู (ป.บัณฑิต)
คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

พ.ศ. 2558 ค.อ.บ (วิศวกรรมไฟฟ้า)
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พ.ศ. 2556 ปวส. (เครื่องกลไฟฟ้า)
แผนกวิชาช่างไฟฟ้า
วิทยาลัยเทคนิคเลย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ